System Engineering and Productivity/ 2025/ Vol.5/ No.1/ 21-50

System Engineering and Productivity

DOI: 10.22034/sep.2025.2047848.1246

Analyzing Effective Components in Industry 4.0 Maturity for Iranian Banking

Mohammad Reza Bahrami[1] **Gholam Reza Hashemzadeh**[2*], **Ashraf Shahmansoury**[3], **Kiamars Fathi Hafshejani**[3]

[1] Ph.D. Student, Department of Industrial Management, Faculty of Management, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

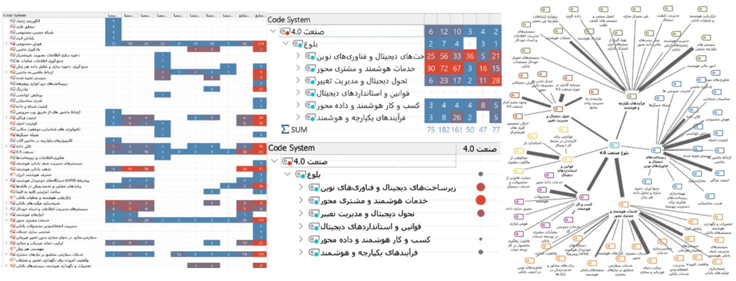
[2] Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[3] Assistant Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

HIGHLIGHTS

- Developed a framework for evaluating Industry 4.0 maturity in Iranian banking, emphasizing key dimensions like digital infrastructure, smart services, and digital transformation.
- Identified the potential of IoT, AI, and cloud computing to improve efficiency and competitiveness in the banking sector

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:

Article Type: Research paper

Received: 24 December 2024

Revised: 25 January 2025

Accepted: 27 January 2025

Available online: 27 January 2025

*Correspondence:

gh_hashemzadeh@azad.ac.ir

How to cite this article:

Bahrami, M.R., Hashemzadeh, G.R., Shahmansoury, A., Hafshejani, K.F. (2025). Analyzing Effective Components in Industry 4.0 Maturity for Iranian Banking. *System Engineering and Productivity*, 5(1), 21-50.

Keywords:

Industry 4.0 Maturity

Digital Banking

Emerging Technologies in Banking

Smart Business

ABSTRACT

Banking, as one of the vital pillars of the economy, is undergoing profound and transformative changes driven by the advent of Industry 4.0. This industrial revolution, characterized by the integration of advanced technologies such as the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), and cyber-physical systems, enables the creation of agile and intelligent value chains within banking systems. These advancements, however, present significant managerial and technical challenges, particularly in addressing technological and infrastructural constraints. This study identifies and evaluates the key components affecting the assessment of the maturity level of Iranian banks in adopting and implementing Industry 4.0 technologies, with an emphasis on digital maturity. Employing a qualitative approach, the research gathered data through semi-structured interviews with banking and IT experts, analyzing them using latent content analysis. The findings reveal that "Digital Infrastructure and Emerging Technologies," with sub-criteria such as optimizing infrastructure and ensuring pervasive security, "Smart and Customer-Centric Services," including cloud computing and advanced ATMs, "Digital Transformation and Change Management," with sub-criteria such as fostering a digital mindset and enabling decentralized decision-making, "Digital Laws and Standards," including open standards and intellectual property protection, "Smart and Data-Driven Business," encompassing business intelligence and service-oriented models, and "Integrated and Intelligent Processes," with sub-criteria like smart contracts and data mining, are critical factors in achieving Industry 4.0 maturity in the Iranian banking sector. This research provides a comprehensive framework for assessing the maturity level of banks, empowering them to optimize their infrastructure and processes to enhance competitiveness and efficiency in financial markets.

1. Introduction

The Fourth Industrial Revolution – Industry 4.0 The German government defined this as the fourth industrial revolution in 2011 and it represents a coupling of physical, digital and biological systems through intelligent technology which changes the traditional way of doing all things (Noreen et al., 2023). The deployment of cutting-edge technologies such as the Internet of Things (IoT), cyber-physical systems, AI and big data analytics in Industry 4.0 has deeply changed the production and service industries by improving productivity and flexibility (Kagermann et al., 2013). The banking sector which plays a pivotal role in the national economy are influenced as well, embracing blockchain and similar technologies ensuring digital transformation and enhancing customer experience (Vives 2017). In any case, in countries such as Iran the implementation of Industry 4.0 technologies in banking has confronted obstacles such as IT infrastructures inadequacy, differences between regulatory schemes and cultural barriers. These challenges are a reminder that it's important to evaluate Industry 4.0 maturity, which gauges banks' preparedness to implement and optimally harness these technologies.

The present study seeks to recognize and assess the effective factors on leveling-ups of Industry 4.0 in Iranian banking, and introduces a toolkit model for improvement of their performance as practitioners. Internal processes, customer relations, risk management and business models are all transformed by the change, which is challenging with increasingly complex and rapidly evolving technology. In Iran, we can also conclude that the economic and political limitations exacerbate other shortcomings such as low technological potential or weak inter-organizational coordination (Strozzi et al., 2017). Maturity checking helps in identifying the strengths and weakness which consequently allows for opportunities to be exploited and competitive advantage enhanced as a result (Khaki, 2010). The research question is: What are the dimensions and factors of Iranian banking Industry 4.0 maturity? What are the obstacles and issues? How do these components interrelate? This qualitative study is based on thematic analysis of semi-structured interviews with professionals (selected by snowball sampling) and data from literature, Ministry reports and MAXQDA software.

2. Methodology

The qualitative research employs thematic analysis in crafting a framework for the maturity of Industry 4.0 in Iranian banking. The research was conducted by gathering data through semi-structured interviews from banking and technological professionals such as senior managers in the banking sectors and scholars shortlisted through purposive snowball sampling until theoretical saturation. Others include research publications, Ministry reports, and credible websites. MAXQDA software was used in coding and extraction of the theme. According to the six-step guideline by Braun and Clarke (2006)—familiarization, coding, identification of theme, theme networking, analysis, and reporting—the research extracted major constituents from interviews and upstream documents such as Iran's scientific map and comparative studies in highlighting factors affecting Industry 4.0 maturity.

3. Results and Discussion

Thematic analysis extracted six important determinants affecting the industry 4.0 maturity of Iranian banking institutions from literature, upstream reports, and interviews with experts.

1. New Infrastructures and Emerging Technologies: Strong IT infrastructure consisting of IoT, cyber-physical systems, and cybersecurity is imperative for smart banking. Improving infrastructure provides for constant access to service without interruption, while ubiquitous security safeguards information (Pereira & Romero, 2017). In Iran, antiquated systems and low-grade cybersecurity prevent convergence of newer technologies such as AI and necessitate high investment (Noreen et al., 2023).
2. Intelligent and Customer-Centric Services: Cloud computing, smart ATMs, and robo-advisors provide differentiated customer experiences via personalized and speedy service. Variable service management aligns service offering and market demand, and Iranian banking institutions struggle even with outdated infrastructure and limited application (Gomber et al., 2017).
3. Change Management and Digital Transformation: Delegated decision making and a digital mindset underpin organizational agility. The culture's resistance and shortage of qualified staff hinder the process for which leadership support and development for aligning Industry 4.0 targets are needed (Sommer, 2015; Westerman et al., 2014).

4. Digital Laws and Standards: Intellectual property rights and open standards ensure innovation security and system interoperability. In Iran, regulatory incompatibilities and policy rigidity frustrate pace in terms of adoption such that adaptable legal frameworks are necessary (Filgueiras et al., 2024).
5. Smart and Data-Driven Business: Service-based and business intelligence models use the analysis of the data for strategic business decisions and enhanced customer experience. Iranian banking institutions struggle in matters of managing the data so they cannot use smart solutions (Gökalp et al., 2017).
6. Integrated and Intelligent Processes: Banking processes are optimized by smart contracts and by data mining for efficiency. But Iran'sbanks are not integrated and hence process automation does not work (Schumacher et al., 2016).

Principal challenges include outdated infrastructure, cyber susceptibility, cultural resistance, and legal constraints. Iranian financial institutions struggle in aligning Industry 4.0 and strategic targets due to the absence of expertise and coordination (Mehdiabadi et al., 2020; Agostini & Filippini, 2019). Financial volatilities and high unemployment render the situation even more complicated (Ziaei Nafchi & Mohelská, 2018).

The overlap analysis by MAXQDA reflected strong interconnections between smart services, transformation management, and digital infrastructures, collectively propelling maturity. These need harmonized development for complete Industry 4.0 integration.

Recommendations are:

- **Policymakers:** Invest in digital infrastructure, promote open standards, and foster a digital culture through training.
- **Banks:** Embrace AI and data analysis for effectiveness, upgrade outdated infrastructure, and strengthen the security system.
- **Researchers:** Apply interpretive-structural modeling for analyzing relationships of components and researching emerging technologies such as AI in banking.

4. Conclusions

Industry 4.0 in banking means the integration of new technologies such as the Internet of Things, artificial intelligence, and cyber-physical systems with banking processes and services. This integration is done in order to create a smart, agile, and integrated value chain in the banking system. It is clear that such a vision, especially in the Iranian banking industry, which is still in the process of transitioning from traditional to digital infrastructure, leads to increased management and operational complexities at the micro and macro levels. These complexities are especially challenging for banks that have older infrastructures and require significant investments to upgrade and adapt to new technologies and change their business models. According to the research findings and experiences obtained from interviews with banking experts, banks have serious problems in understanding the general concept of Industry 4.0 and how it relates to their business strategies. On the one hand, many banks are unable to fully align this concept with their strategic goals, and on the other hand, they are confused in determining their progress towards the 4.0 industry vision and cannot identify the main areas of action and projects required for the successful implementation of these technologies. To overcome the uncertainty and dissatisfaction with the idea of 4.0 industry in banking, new methods and tools are needed to provide the necessary guidance and support for aligning banking strategies and operations.

Thus, for Iranian banking Industry 4.0 maturity, the study formulated a framework in four steps: literature review, development of the theoretical framework, analysis of the findings, and conclusion. The literature review included Industry 4.0, banking transformation, and models of maturity by employing expert interviews and documents. The framework extracted six components from 2017 semantic units and grouped them in 115 codes and six major categories and revealed the highest impact by "digital infrastructures" and "transformation management" through MAXQDA analysis.

The framework highlights:

- Core Components: Digital infrastructures, intelligent services, transformation management, legal standards, data-driven business, and smart processes.
- Execution: Involves investment in AI, IoT, and cyber security and cultural and regulatory changes.
- Results: Improved effectiveness, customer satisfaction, and competitiveness.

To overcome barriers, banks should prioritize infrastructure upgrades, employee training, and adaptive regulations. Future research should explore quantitative methods and extend the

model to other sectors like insurance, ensuring broader applicability.

For future research, it is suggested that the components presented in this study be evaluated with tools such as interpretive-structural modeling and simulation to determine the relationships between the components and the effects of key variables on digital maturity in banking. Also, conducting studies in the field of advanced models for determining digital readiness levels can lead to the identification of emerging components related to new technologies of Industry 4.0 in banking. For example, the role of artificial intelligence technologies, machine learning, Internet of Things, and cyber-physical systems in improving the security, efficiency, and personalization of banking services can be considered as a field for future research. In addition, expanding the research to other service and manufacturing industries such as insurance, smart logistics, and advanced manufacturing can assess the generalizability of the model and help optimize it for other industries. Using quantitative methods and conducting longitudinal studies can also analyze the long-term effects of digital transformation more accurately and provide more comprehensive frameworks for organizations.

Funding

This research received no external funding.

Author contributions

All authors have had equal roles and contributions to the article.

Conflicts of interest

There are no conflicts of interest associated with this research.

Acknowledgments

We are grateful to all colleagues who provided insights and expertise that greatly assisted this research. We also thank the anonymous reviewers for their valuable suggestions to improve the paper.

References

Agostini, L., & Filippini, R. (2019). Organizational and managerial challenges in the path toward Industry 4.0. *European Journal of Innovation Management, 22*(3), 406–421. https://doi.org/10.1108/EJIM-07-2018-0150

Filgueiras, I. F. L. V., Melo, F. J. C., Guimaraes Junior, D. S., Barbosa, A. A. L., Sodré, D. N. A., & Lima, B. S. (2024). Analyzing the benefits of Industry 4.0 technologies that impact Sustainability 4.0 in banking services. *Sustainability, 16*(14), Article 6179. https://doi.org/10.3390/su16146179

Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017). Development of an assessment model for Industry 4.0. In J. Stolfa, S. Stolfa, R. O'Connor, & R. Messnarz (Eds.), *Systems, software and services process improvement: 24th European Conference, EuroSPI 2017, Ostrava, Czech Republic, September 6–8, 2017, Proceedings* (pp. 128–142). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64218-5_10

Gomber, P., Koch, J.-A., & Siering, M. (2017). Digital finance and FinTech: Current research and future research directions. *Journal of Business Economics, 87*(5), 537–580. https://doi.org/10.1007/s11573-017-0852-x

Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing INDUSTRIE 4.0* (Final report). Acatech – National Academy of Science and Engineering.

Khaki, G. (2010). *Research methodology with an approach to thesis writing*. Baztab. (In Persian)

Mehdiabadi, A., Tabatabeinasab, M., Spulbar, C., Karbassi Yazdi, A., & Birau, R. (2020). Are we ready for the challenge of Banks 4.0? Designing a roadmap for surviving digital transformation in the banking sector. *International Journal of Financial Studies, 8*(2), Article 32. https://doi.org/10.3390/ijfs8020032

Noreen, U., Shafique, A., Ahmed, Z., & Ashfaq, M. (2023). Banking 4.0: Artificial intelligence (AI) in banking industry & consumer's perspective. *Sustainability, 15*(4), Article 3682. https://doi.org/10.3390/su15043682

Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing, 13*, 1206–1214. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.032

Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP, 52*, 161–166. https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040

Sommer, L. (2015). Industrial revolution–Industry 4.0: Are German manufacturing SMEs the first victims of this revolution? *Journal of Industrial Engineering and Management, 8*(5), 1512–1532. https://doi.org/10.3926/jiem.1470

Strozzi, F., Colicchia, C., Creazza, A., & Noè, C. (2017). Literature review on the 'Smart Factory' concept using bibliometric tools. *International Journal of Production Research, 55*(22), 6572–6591. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1326643

Vives, X. (2017). The impact of FinTech on banking. *European Economy, 2017*(2), 97–105.

Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Harvard Business Press.

Ziaei Nafchi, M., & Mohelská, H. (2018). Effects of Industry 4.0 on the labor markets of Iran and Japan. *Economies, 6*(3), Article 39. https://doi.org/10.3390/economies6030039

مهندسی سیستم و بهره‌وری/ سال ۱۴۰۴/ دوره ۵/ شماره ۱/ صفحه ۲۱-۵۰

نشریه مهندسی سیستم و بهره‌وری

DOI: 10.22034/sep.2025.2047848.1246

تحلیل مؤلفه‌های مؤثر بر ارزیابی بلوغ صنعت ۴/۰ در بانکداری ایران

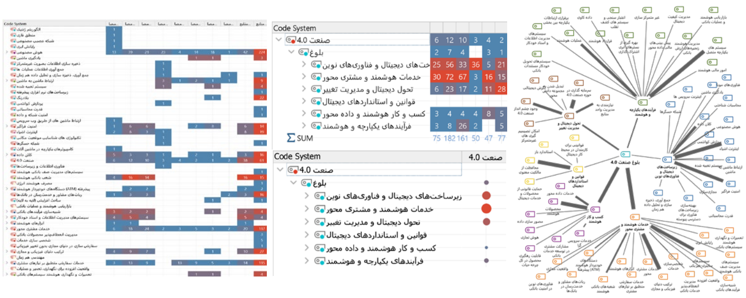
محمدرضا بهرامی [۱]، غلامرضا هاشم‌زاده [۲*]، اشرف شاه‌منصوری [۳]، کیامرث فتحی هفشجانی [۳]

[۱] دانشجو دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲] استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۳] استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده گرافیکی



برجسته‌ها

- چارچوبی برای ارزیابی بلوغ صنعت ۴/۰ در بانکداری ایران طراحی شد که بر ابعاد اصلی مانند زیرساخت دیجیتال، خدمات هوشمند و تحول دیجیتال تمرکز دارد.
- پتانسیل فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و رایانش ابری برای بهبود بهره‌وری و رقابت‌پذیری در بخش بانکداری شناسایی شد.

چکیده

بانکداری به‌عنوان یکی از ارکان حیاتی اقتصاد، با تحولات عمیق و بنیادین ناشی از ظهور صنعت ۴/۰ مواجه شده است. صنعت ۴/۰ با ترکیب پیشرفته‌ترین فناوری‌ها نظیر اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و سیستم‌های سایبری-فیزیکی امکان ایجاد زنجیره‌های ارزش هوشمند و چابک را در سیستم‌های بانکی فراهم می‌کند. این تحولات بانک‌ها را با چالش‌های مدیریتی و فنی متعددی، به‌ویژه در مواجهه با محدودیت‌های فناورانه و زیرساختی، روبه‌رو کرده است. در این پژوهش، مؤلفه‌های کلیدی تأثیرگذار بر ارزیابی سطح بلوغ بانک‌های ایرانی در پذیرش و پیاده‌سازی فناوری‌های صنعت ۴/۰، با تأکید بر بلوغ دیجیتال، شناسایی و تحلیل شده‌اند. این پژوهش با روش کیفی و از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان بانکی و فناوری اطلاعات انجام‌شده و داده‌ها با روش تحلیل محتوای پنهان بررسی شده‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهند که «زیرساخت‌های دیجیتال و فناوری‌های نوین» با زیرمعیارهایی نظیر بهینه‌سازی زیرساخت‌ها و امنیت فراگیر، «خدمات هوشمند و مشتری‌محور» شامل رایانش ابری و دستگاه‌های خودپرداز هوشمند، «تحول دیجیتال و مدیریت تغییر» با زیرمعیارهایی همچون نگرش دیجیتالی و تصمیم‌گیری غیرمتمرکز، «قوانین و استانداردهای دیجیتال» شامل استاندارد باز و محافظت از مالکیت معنوی، «کسب‌وکار هوشمند و داده‌محور» با محوریت هوش تجاری و خدمات سرویس‌گرا و «فرآیندهای یکپارچه و هوشمند» شامل قرارداد هوشمند و داده‌کاوی، مؤلفه‌های اساسی در بلوغ صنعت ۴/۰ در بانکداری ایران محسوب می‌شوند. این پژوهش با ارائه چارچوبی جامع برای ارزیابی سطح بلوغ بانک‌ها، به آن‌ها کمک می‌کند تا از طریق بهینه‌سازی زیرساخت‌ها و فرآیندها، رقابت‌پذیری و بهره‌وری خود را در بازارهای مالی افزایش دهند.

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۴

بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۰۶

پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۸

ارائه برخط: ۱۴۰۳/۱۱/۰۸

*نویسنده مسئول:
gh_hashemzadeh@azad.ac.ir

کلیدواژه‌ها:

بلوغ صنعت ۴/۰

بانکداری دیجیتال

فناوری‌های نوین در بانکداری

کسب وکار هوشمند

۱- مقدمه

در دهه‌های اخیر، جهان شاهد تحولات شگرفی در عرصه فناوری بوده است که از آن به‌عنوان «انقلاب صنعتی چهارم» یا «صنعت ۴/۰» یاد می‌شود. این انقلاب که برای نخستین بار در سال ۲۰۱۱ توسط دولت آلمان مطرح شد، یک تغییر پارادایمی در اقتصاد جهانی به شمار می‌رود که بر پایه همگرایی فناوری‌های دیجیتال، فیزیکی و زیستی، سیستم‌های هوشمند و خودکار را در تمام جوانب تولید و خدمات ایجاد کرده است (Noreen et al., 2023). صنعت ۴/۰ با بهره‌گیری از مفاهیمی همچون اینترنت اشیا، سیستم‌های سایبری-فیزیکی، هوش مصنوعی و تحلیل داده‌های بزرگ، توانسته است به‌طور اساسی فرآیندهای تولیدی و خدماتی را متحول کند. این تحول، به‌ویژه در صنایع تولیدی، موجب افزایش بهره‌وری، چابکی، و ارائه راهکارهای نوین برای مدیریت زنجیره تأمین، تولید و خدمات پس از فروش شده است (Kagermann et al., 2013). با این حال، تأثیر صنعت ۴/۰ به صنایع تولیدی محدود نبوده و بخش خدمات نیز به دلیل اهمیت بالا و نقش کلیدی در اقتصاد، تحت تأثیر این تحولات قرار گرفته است. یکی از بخش‌های خدماتی که بیشترین تأثیر را پذیرفته، صنعت بانکداری است. بانکداری به‌عنوان یکی از ارکان اصلی اقتصاد کشورها، همواره نیازمند نوآوری و تطبیق با فناوری‌های نوین بوده است. ظهور فناوری‌های مرتبط با صنعت ۴/۰، ازجمله بلاک‌چین، یادگیری ماشینی و ربات‌های مشاور، بانک‌ها را به‌سوی تحول دیجیتال سوق داده است. این تحول باعث شده تا بانک‌ها تلاش کنند با پذیرش این فناوری‌ها، خدمات خود را بهبود بخشند و تجربه کاربری بهتری برای مشتریان خود فراهم کنند (Vives, 2017).

بااین‌حال، پذیرش و پیاده‌سازی فناوری‌های صنعت ۴/۰ در بانکداری، به‌ویژه در کشورهایی نظیر ایران، با چالش‌های متعددی روبه‌روست. چالش‌هایی همچون محدودیت زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، قوانین و مقررات نامتناسب، و تفاوت‌های فرهنگی، موانع اصلی بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌های این فناوری‌ها هستند. این عوامل نشان‌دهنده ضرورت ارزیابی دقیق سطح بلوغ صنعت ۴/۰ در بانکداری ایران است. بلوغ صنعت ۴/۰، مفهومی است که آمادگی بانک‌ها را در پذیرش این تحولات و بهره‌برداری مؤثر از آن‌ها اندازه‌گیری می‌کند. پژوهش حاضر باهدف شناسایی و تحلیل مؤلفه‌های کلیدی تأثیرگذار بر بلوغ صنعت ۴/۰ در بانکداری ایران انجام شده است و تلاش دارد تا چارچوبی کاربردی برای بهبود عملکرد بانک‌ها در این حوزه ارائه دهد.

با ظهور و گسترش فناوری‌های مرتبط با صنعت ۴/۰، بخش بانکداری با تغییرات بنیادینی در ساختار و عملکرد خود مواجه شده است. این تغییرات نه‌تنها شامل فرآیندهای داخلی بانک‌ها بلکه شامل روابط آن‌ها با مشتریان، مدیریت ریسک و حتی مدل‌های کسب‌وکار نیز می‌شود؛ اما پذیرش این فناوری‌ها و تطبیق با آن‌ها به دلیل پیچیدگی‌های ذاتی و سرعت بالای تغییرات فناوری، برای بانک‌ها چالش‌برانگیز بوده است. به‌ویژه در ایران که اقتصاد آن به دلیل شرایط خاص سیاسی و اقتصادی با محدودیت‌هایی مواجه است، پذیرش و پیاده‌سازی فناوری‌های نوین صنعت ۴/۰ به‌سادگی امکان‌پذیر نیست. این مسائل موجب شده است که بانک‌ها در مواجهه با این تغییرات دچار مشکلاتی مانند عدم توانمندی کافی درزمینه فناوری، ناهماهنگی استراتژی‌های توسعه‌ای و ضعف در هماهنگی بین واحدهای مختلف سازمان شوند (Strozzi et al., 2017). در این میان، ارزیابی سطح بلوغ صنعت ۴/۰ در بانک‌ها به‌عنوان یک ضرورت مطرح شده است. بلوغ فناوری به معنای میزان آمادگی و توانایی یک سازمان در پذیرش و پیاده‌سازی فناوری‌های جدید است. شناسایی و تحلیل مؤلفه‌های مؤثر بر بلوغ صنعت ۴/۰ در بانکداری ایران، می‌تواند به شناسایی نقاط ضعف و قوت بانک‌ها در این زمینه کمک کرده و راهکارهای عملیاتی برای بهبود این سطح ارائه دهد. این تحلیل نه‌تنها به بانک‌ها کمک می‌کند تا بهتر بتوانند فناوری‌های صنعت ۴/۰ را پیاده‌سازی کنند بلکه به آن‌ها امکان می‌دهد تا از فرصت‌های موجود در این حوزه بهره‌برداری کنند و رقابت‌پذیری خود را در بازارهای داخلی و بین‌المللی افزایش دهند (Khaki, 2010).

با توجه به نیاز روزافزون به بهینه‌سازی فرآیندها و نوآوری در خدمات بانکی، اهمیت و ضرورت انجام پژوهش‌های علمی در زمینه ارزیابی و تحلیل بلوغ صنعت ۴/۰ در بخش بانکداری ایران بیش‌ازپیش آشکار می‌شود. این اهمیت از چند جنبه قابل بررسی است. نخست آنکه، صنعت ۴/۰ به‌عنوان یک روند جهانی در حال شکل‌گیری

است و بانک‌هایی که نتوانند به‌سرعت خود را با این تغییرات هماهنگ کنند، در معرض خطر از دست دادن رقابت‌پذیری خود قرار خواهند گرفت. دوم، بلوغ صنعت ۴/۰ می‌تواند به بانک‌ها کمک کند تا خدمات خود را به‌صورت هوشمندانه‌تر و با کارایی بیشتری ارائه دهند که این امر می‌تواند به بهبود رضایت مشتریان و کاهش هزینه‌های عملیاتی منجر شود (Strozzi et al., 2017). از سوی دیگر، ایران به‌عنوان کشوری که اقتصاد آن با چالش‌های متعددی روبروست، نیازمند استفاده از فرصت‌های فناوری برای بهبود عملکرد اقتصادی است. در این راستا، بخش بانکداری که نقشی حیاتی در تأمین مالی و تسهیل تبادلات اقتصادی دارد، باید به‌عنوان یکی از پیشگامان پذیرش فناوری‌های نوین باشد. بااین‌حال، مطالعات جامع و علمی در خصوص پذیرش و پیاده‌سازی فناوری‌های صنعت ۴/۰ در بانکداری ایران به‌ندرت انجام‌شده و نیاز به پژوهش‌های دقیق و کاربردی در این زمینه به‌شدت احساس می‌شود. این پژوهش باهدف پر کردن این خلأهای تحقیقاتی و ارائه چارچوبی جامع و عملی برای ارزیابی بلوغ صنعت ۴/۰ در بانکداری ایران انجام‌شده است. نتایج این تحقیق می‌تواند به بانک‌ها در بهبود عملکرد عملیاتی و استراتژیک خود و همچنین افزایش رقابت‌پذیری در بازارهای داخلی و بین‌المللی کمک شایانی کند.

این پژوهش با هدف شناسایی و تعیین مؤلفه‌های تأثیرگذار بر بلوغ بانکداری ایران در حرکت به سمت پذیرش و پیاده‌سازی مفاهیم و فناوری‌های صنعت ۴/۰ انجام می‌شود. در این راستا، پژوهش تلاش می‌کند تا به بررسی و تحلیل عواملی بپردازد که می‌توانند بر سطح بلوغ بانک‌ها در زمینه پذیرش این فناوری‌ها تأثیرگذار باشند. در دنیای امروز، صنعت ۴/۰ به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تحولات فناوری، نقش بسزایی در تحول و دگرگونی بخش‌های مختلف اقتصادی ایفا می‌کند. این تحول به‌ویژه در بخش‌های تولیدی و خدماتی، ازجمله صنعت بانکداری، اهمیت ویژه‌ای یافته است. انقلاب صنعتی چهارم با تلفیق فناوری‌های دیجیتال، فیزیکی و زیستی، افق‌های جدیدی را برای ارائه خدمات بانکی هوشمند و بهینه فراهم کرده است (Erfani, 2017). بااین‌حال، پذیرش و پیاده‌سازی این فناوری‌ها در بخش بانکداری، به‌ویژه در کشورهایی مانند ایران، با چالش‌های متعددی همراه بوده و نیازمند پژوهش‌های جامع برای ارزیابی سطح بلوغ بانک‌ها در این زمینه است. با توجه به شرایط خاص اقتصادی و سیاسی ایران، بانک‌ها برای همگامی با تغییرات فناوری نیازمند شناخت دقیق مؤلفه‌های تأثیرگذار بر بلوغ صنعت ۴/۰ هستند. این پژوهش، با هدف شناسایی و تحلیل این مؤلفه‌ها، تلاش می‌کند تا به روشن‌سازی وضعیت فعلی بانکداری ایران در حرکت به‌سوی پذیرش فناوری‌های نوین کمک کند. شناخت این عوامل نه‌تنها به بانک‌ها در پیاده‌سازی بهتر این فناوری‌ها کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به آن‌ها این امکان را بدهد که با درک بهتر چالش‌ها و فرصت‌های موجود، استراتژی‌های مناسبی برای افزایش بهره‌وری و رقابت‌پذیری خود تدوین کنند. اهمیت این پژوهش در آن است که به‌طور جامع به بررسی عواملی می‌پردازد که بر بلوغ صنعت ۴/۰ در بانکداری ایران تأثیرگذار هستند. این پژوهش، علاوه بر پرداختن به نیازهای پژوهشی موجود، به پر کردن خلأهای تحقیقاتی در این زمینه کمک می‌کند و به‌عنوان یک مرجع برای پژوهش‌های آتی در حوزه صنعت ۴/۰ در بخش بانکداری ایران محسوب می‌شود. بااین‌حال، نتیجه‌گیری نهایی این پژوهش نه‌تنها به افزایش دانش در این حوزه کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به‌طور غیرمستقیم پیشنهادهایی برای بهبود سطح بلوغ بانک‌ها ارائه دهد. درنهایت، پژوهش حاضر به بانک‌ها کمک می‌کند تا با بهره‌گیری از نتایج به‌دست‌آمده، مسیر خود را برای پذیرش و بهره‌برداری مؤثر از فناوری‌های نوین صنعت ۴/۰ هموار کنند و در جهت تحقق اهداف استراتژیک خود در عصر دیجیتال گام بردارند.

ادامه این مقاله به این گونه‌ای سازمان‌دهی شده است که ابتدا به بررسی مبانی نظری و پیشینه پژوهش در زمینه صنعت ۴/۰ و نقش آن در بانکداری می‌پردازد. در بخش دوم، مدل‌های بلوغ مرتبط با صنعت ۴/۰ و کاربرد آن‌ها در ارزیابی آمادگی سازمان‌ها، به‌ویژه در بانکداری، موردبررسی قرار می‌گیرد. سپس در بخش سوم، روش‌شناسی پژوهش و فرآیندهای مرتبط با جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها توضیح داده می‌شود. بخش چهارم به تحلیل داده‌ها و ارائه یافته‌های پژوهش اختصاص دارد، جایی که مؤلفه‌های کلیدی تأثیرگذار بر بلوغ دیجیتال بانک‌های ایرانی در مسیر پذیرش و پیاده‌سازی فناوری‌های صنعت ۴/۰ شناسایی و تحلیل شده‌اند. درنهایت، بخش پایانی به

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادهایی برای بهبود سطح بلوغ دیجیتال و بهره‌برداری بهتر از فناوری‌های صنعت ۴/۰ در بانکداری ایران می‌پردازد.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

صنعت ۴/۰، به‌عنوان چهارمین انقلاب صنعتی، مفهومی است که به استفاده گسترده از فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و تحلیل داده‌های کلان برای ایجاد سیستم‌های هوشمند و یکپارچه اشاره دارد (Schwab, 2017). بلوغ صنعت ۴/۰ به معنای سطح آمادگی سازمان‌ها در پذیرش و بهره‌برداری از فناوری‌های نوین این صنعت است. این مفهوم شامل ارزیابی عواملی مانند زیرساخت‌های دیجیتال، تعاملات فناورانه، و تغییرات سازمانی است که توانایی سازمان‌ها را در دستیابی به تحولات فناوری تعیین می‌کند (Kagermann et al., 2013). بلوغ، اغلب به‌عنوان یک چارچوب چندسطحی تعریف می‌شود که از "شروع اولیه" تا "پیشرو بودن" متغیر است.

۲-۱- صنعت ۴/۰ و اهمیت آن در بانکداری

صنعت ۴/۰ به‌عنوان مفهومی که بر همگرایی فناوری‌های دیجیتال، فیزیکی و زیستی تکیه دارد، نقش بسزایی در تحول بخش‌های مختلف اقتصادی ازجمله بانکداری ایفا می‌کند. شوآب (۲۰۱۷) در کتاب خود با عنوان «انقلاب صنعتی چهارم» به تشریح این مفهوم پرداخته و نشان داده است که این انقلاب به‌واسطه ادغام فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی[1] و کلان‌داده‌ها[2] موجب تحول اساسی در فرآیندهای تولید و خدمات می‌شود (Kagermann et al., 2013). ویوس (۲۰۱۷) نیز در مقاله‌ای به بررسی تأثیر فین‌تک‌ها و فناوری‌های دیجیتال در صنعت بانکداری پرداخته و تأکید می‌کند که صنعت ۴/۰ با ایجاد بانکداری دیجیتال و پلتفرم‌های هوشمند، نه‌تنها به بهبود کارایی و کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند بلکه تجربه مشتری را نیز بهبود می‌بخشد. پیشرفت سریع فناوری‌های صنعت ۴/۰ فرصت‌ها و چالش‌های قابل‌توجهی را در بخش‌های مختلف ازجمله صنعت بانکداری ایجاد کرده که پتانسیل زیادی برای تحول در عملیات بانکداری سنتی دارد (Vives, 2017).

۲-۲- مدل‌های بلوغ صنعت ۴/۰

مدل‌های بلوغ به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی آمادگی سازمان‌ها در پذیرش فناوری‌های جدید، در زمینه صنعت ۴/۰ نیز مورد استفاده قرارگرفته‌اند. شوماخر و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی به توسعه یک مدل بلوغ برای ارزیابی آمادگی و بلوغ صنعت ۴/۰ در شرکت‌های تولیدی پرداختند. شوماخر بیان داشت که موفقیت در پذیرش فناوری‌های صنعت ۴/۰ به یک رویکرد جامع نیاز دارد که نه‌تنها به جنبه‌های فناوری توجه کند، بلکه باید استراتژی، رهبری، فرهنگ‌سازمانی و مدیریت داده‌ها را نیز مدنظر قرار دهد. شوماخر و همکاران نتیجه‌گیری کردند که استفاده از این مدل می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا به‌طور سیستماتیک و هدفمند، مسیر تحول دیجیتال خود را پیش ببرند و از مزایای کامل فناوری‌های نسل چهارم انقلاب صنعتی بهره‌مند شوند. آن‌ها نشان دادند که مدل‌های بلوغ می‌توانند به سازمان‌ها کمک کنند تا با ارزیابی وضعیت فعلی خود، نقاط ضعف و قوت را شناسایی کرده و برنامه‌ریزی مناسبی برای پذیرش و پیاده‌سازی فناوری‌های صنعت ۴/۰ انجام دهند (Schumacher et al., 2016).

در همین راستا، گوکالپ و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله‌ای با عنوان «توسعه مدل ارزیابی برای صنعت ۴/۰» یک مدل بلوغ برای سنجش آمادگی سازمان‌ها در پذیرش فناوری‌های صنعت ۴/۰ ارائه کرده‌اند. مدل ارائه‌شده در این پژوهش با تحلیل داده‌های تخصصی طراحی شده و بر شش بُعد کلیدی شامل «زیرساخت‌های دیجیتال»، «خدمات هوشمند و مشتری‌محور»، «تحول دیجیتال و مدیریت تغییر»، «قوانین و استانداردهای دیجیتال»، «کسب‌وکار هوشمند و داده‌محور» و «فرآیندهای یکپارچه و هوشمند» تمرکز دارد. این ابعاد، علاوه بر پوشش نیازهای اساسی صنعت بانکداری ایران، با بهره‌گیری از اصولی مانند انعطاف‌پذیری و انطباق‌پذیری، قابلیت تعمیم به سایر صنایع خدماتی و محیط‌های بین‌المللی را نیز دارا هستند. به‌عنوان مثال، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که چارچوب‌های سیستمی مشابه در مدیریت پویای بحران‌ها و بهبود عملکرد سیستم‌ها، با موفقیت در صنایع و

[1] Artificial Intelligence
[2] Big Data

محیط‌های مختلف مورد استفاده قرارگرفته‌اند (Gökalp et al., 2017). توسعه زیرساخت‌های دیجیتال، نه تنها امنیت و پایداری سیستم‌های فناوری اطلاعات را ارتقا می‌دهد، بلکه بستری برای مدیریت مؤثر تغییرات دیجیتالی فراهم می‌سازد. تحلیل‌های پیشین تأیید می‌کنند که مدل‌هایی با این ویژگی‌ها می‌توانند به سازمان‌ها در کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری کمک کرده و رقابت‌پذیری آن‌ها را در بازارهای جهانی تقویت کنند (Khoshneshin & Bastan, 2014).

کارولیس و همکاران (۲۰۱۷) نیز در پژوهشی با هدف بررسی آمادگی دیجیتالی شرکت‌های تولیدی در دوره صنعت ۴/۰، مدلی را معرفی کردند که شامل پنج زمینه کلیدی در فرآیندهای تولیدی است: طراحی و مهندسی، مدیریت تولید، مدیریت کیفیت، مدیریت نگهداری و مدیریت تدارکات. این مدل، ابزاری جامع برای ارزیابی میزان بلوغ دیجیتالی سازمان‌ها در این حوزه‌ها فراهم می‌کند. آن‌ها با استفاده از این مدل، نشان دادند که به‌کارگیری فناوری‌های دیجیتال در سازمان‌ها، نه‌تنها به بهبود فرآیندهای داخلی کمک می‌کند، بلکه رقابت‌پذیری آن‌ها را در بازارهای جهانی افزایش می‌دهد (Carolis et al., 2017).

۲-۳- تأثیر عوامل فناوری بر بلوغ صنعت ۴/۰

چالش‌های فناوری نظیر سیستم‌های قدیمی، امنیت سایبری و مدیریت داده‌ها از عوامل کلیدی تأثیرگذار بر بلوغ صنعت ۴/۰ هستند. پریرا و رومرو (۲۰۱۷) در پژوهشی تحت عنوان «مروری بر مفاهیم و پیامدهای صنعت ۴/۰» به بررسی چالش‌های مرتبط با ادغام سیستم‌های قدیمی با فناوری‌های نوین در چهارچوب صنعت ۴/۰ پرداخته‌اند. آن‌ها نشان داده‌اند که بسیاری از سازمان‌ها با مشکلات اساسی در یکپارچه‌سازی فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند بلاک‌چین و هوش مصنوعی با زیرساخت‌های موجود خود مواجه هستند. این چالش‌ها نیازمند سرمایه‌گذاری‌های قابل‌توجه در بهبود زیرساخت‌ها و تقویت توانمندی‌های فناورانه است. پژوهش مذکور همچنین به تأثیرات عمیق صنعت ۴/۰ بر فرآیندهای تولید و بازارهای اقتصادی اشاره دارد و تأکید می‌کند که موفقیت در ادغام این فناوری‌ها به بهبود قابلیت‌های سازمانی و توسعه استراتژی‌های مناسب وابسته است.

مقاله نشان می‌دهد که هرچند این تغییرات می‌توانند باعث افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها شوند، اما بدون یکپارچگی مؤثر و هماهنگی سیستم‌های قدیمی با فناوری‌های جدید، سازمان‌ها با مشکلات پیچیده‌ای روبرو خواهند شد. این تحلیل به‌خوبی نشان می‌دهد که در حوزه‌های حساس مانند بانکداری، نیاز به ایجاد زیرساخت‌های دیجیتالی و توانمندسازی فناوری اطلاعات برای تسهیل انتقال به سمت صنعت ۴/۰ امری ضروری است (Pereira & Romero, 2017).

نورین و شفیق (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای با عنوان «بانکداری ۴/۰: هوش مصنوعی در صنعت بانکداری و چشم‌انداز مصرف‌کننده» به بررسی چالش‌های پذیرش فناوری‌های صنعت ۴/۰ در بانکداری ایران پرداخته‌اند. آن‌ها دریافتند که یکی از موانع اصلی در پذیرش این فناوری‌ها، نیاز به توسعه زیرساخت‌های فناوری و امنیت سایبری است. این پژوهش تأکید دارد که بانک‌های ایران برای همگامی با تحولات صنعت ۴/۰ باید به تقویت زیرساخت‌ها و امنیت سایبری خود بپردازند، این مطالعه نشان می‌دهد که هرچند هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود خدمات بانکی و افزایش کارایی در این بخش کمک کند، اما عدم آمادگی زیرساخت‌ها و نگرانی‌های امنیتی ازجمله عوامل بازدارنده در پذیرش گسترده این فناوری‌ها هستند. بر اساس نتایج این پژوهش، ضروری است که بانک‌ها در ایران برای موفقیت در پذیرش هوش مصنوعی و دیگر فناوری‌های مرتبط با صنعت ۴/۰، به تقویت زیرساخت‌های فناورانه و بهبود اقدامات امنیت سایبری بپردازند (Noreen et al., 2023).

۲-۴- عوامل سازمانی در بلوغ صنعت ۴/۰ در بانکداری

عوامل سازمانی مانند رهبری، فرهنگ سازمانی و نیروی انسانی نقش حیاتی در بلوغ فناوری‌های صنعت ۴/۰ دارند. وسترمن و همکاران (۲۰۱۴) در کتاب «رهبری دیجیتال» به بررسی تأثیر رهبری و فرهنگ سازمانی بر تحول دیجیتال پرداخته‌اند. آن‌ها نشان می‌دهند که تعهد مدیریت عالی به نوآوری و تحول دیجیتال برای موفقیت در پذیرش فناوری‌های جدید ضروری است (Westerman et al., 2014). در همین راستا، نقش

نیروی انسانی ماهر در پذیرش صنعت ۴/۰ بسیار حائز اهمیت است و فقدان مهارت‌های لازم می‌تواند مانعی جدی برای پیشرفت سازمان‌ها باشد. در این پژوهش به‌خوبی نشان داده شده است که بدون حمایت قوی از سوی مدیریت و وجود فرهنگی که نوآوری و تغییر را تشویق کند، بلوغ صنعت ۴/۰ در بانکداری به‌سختی قابل دستیابی است (Sommer, 2015).

۲-۵- نقش نوآوری در بلوغ صنعت ۴/۰ در بانکداری

فین‌تک‌ها به‌عنوان پیشگامان نوآوری در بخش بانکداری نقش مهمی در پذیرش و بلوغ صنعت ۴/۰ ایفا می‌کنند. گمبر و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله‌ای تحت عنوان «مالی دیجیتال و فین‌تک: پژوهش‌های جاری و جهت‌گیری‌های پژوهشی آینده» به بررسی نقش فین‌تک‌ها در تحول دیجیتال بانکداری پرداخته‌اند. آن‌ها نشان داده‌اند که شرکت‌های فین‌تک با ارائه راهکارهای نوآورانه مانند کیف پول‌های دیجیتال و پلتفرم‌های خدمات مشتری مبتنی بر هوش مصنوعی، به تسریع روند دیجیتالی‌سازی در بانک‌ها کمک شایانی می‌کنند. این نوآوری‌ها نه‌تنها باعث بهبود تجربه مشتری و افزایش کارایی می‌شوند، بلکه چالش‌های جدیدی را نیز برای بانک‌های سنتی به وجود می‌آورند که باید با این تحول‌ها همگام شوند تا بتوانند در محیط رقابتی جدید باقی بمانند (Gomber et al., 2017). اودآقا و موچاپوندوا (۲۰۲۳) نیز در پژوهشی به بررسی نقش فین‌تک‌ها و تأمین مالی سبز در کشورهای بریکس پرداختند و نشان دادند که علیرغم وابستگی تاریخی این کشورها به سوخت‌های فسیلی و چالش‌های ناشی از آن، فین‌تک‌ها و نوآوری‌های مالی سبز با رشد سریعی مواجه هستند و می‌توانند به‌عنوان محرکی برای دستیابی به اهداف کربن‌زدایی و پایداری زیست‌محیطی عمل کنند. این پژوهش‌ها همچنین نشان می‌دهند که نوآوری‌های فین‌تک می‌توانند نقشی کلیدی در تسریع پذیرش فناوری‌های صنعت ۴/۰ و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ایفا کنند. بااین‌حال، موفقیت این امر نیازمند همکاری نزدیک بین بانک‌های سنتی، استارتاپ‌های فین‌تک و دولت‌های کشورهای بریکس است (Udeagha et al., 2023).

۲-۶- عوامل اقتصادی و مقررات

محیط نظارتی و شرایط اقتصادی از عوامل خارجی مهمی هستند که بر بلوغ صنعت ۴/۰ تأثیر می‌گذارند. فیلیگراس و همکاران (۲۰۲۴) در مقاله‌ای با عنوان «تحلیل مزایای فناوری‌های صنعت ۴/۰ که بر پایداری ۴/۰ در خدمات بانکی تأثیر می‌گذارند» به بررسی جامع اثرات فناوری‌های صنعت ۴/۰ بر پایداری در بخش بانکداری پرداخته‌اند. این پژوهش با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری[1] به تجزیه‌وتحلیل روابط میان مزایای مختلفی که این فناوری‌ها می‌توانند در زمینه پایداری به ارمغان آورند، پرداخته است. مقاله به‌طور ویژه به ۱۴ مزیت کلیدی اشاره دارد که از طریق فناوری‌های صنعت ۴/۰ می‌توانند بر سه بعد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی تأثیر بگذارند. در بخش عوامل خارجی، محققان به‌طور خاص به نقش مقررات و شرایط اقتصادی در پذیرش و پیاده‌سازی این فناوری‌ها در بانک‌ها پرداخته‌اند. آن‌ها نشان داده‌اند که مقررات مالی می‌تواند به‌عنوان یک شمشیر دو لبه عمل کند؛ از یک‌سو، تنظیمات صحیح می‌تواند موجب تسریع در پذیرش فناوری‌های نوین شود و از سوی دیگر، مقررات سخت‌گیرانه ممکن است مانع از نوآوری و پیاده‌سازی گسترده این فناوری‌ها گردد. همچنین، شرایط اقتصادی پایدار به بانک‌ها این امکان را می‌دهد تا در زیرساخت‌های دیجیتال سرمایه‌گذاری کنند و از مزایای فناوری‌های پیشرفته بهره‌مند شوند، درحالی‌که شرایط اقتصادی نامناسب می‌تواند به تعویق افتادن این تحولات منجر شود (Filgueiras et al., 2024). استفاده از روش‌های پیشرفته مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی[2] در مدل‌سازی داده‌ها و تحلیل سیستم‌های پیچیده، به‌ویژه در محیطهایی با متغیرهای متعدد و روابط غیرخطی، نقش بسیار مؤثری دارد. مطالعه‌ای توسط اکبرپور و همکاران (۲۰۱۴) نشان می‌دهد که چگونه این شبکه‌ها می‌توانند با تحلیل روابط میان متغیرهای ورودی و پیش‌بینی خروجی‌ها در سیستم‌های پیچیده، به پیش‌بینی دقیق‌تر متغیرهای کلیدی کمک کنند. این یافته‌ها نشان‌دهنده قابلیت‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی در مدل‌سازی روابط پیچیده در صنعت بانکداری نیز می‌باشد، جایی که متغیرهایی

[1] Interpretive structural modeling
[2] Artificial Neural Network

مانند زیرساخت‌های دیجیتال، امنیت سایبری، و فرآیندهای هوشمند به تحلیل دقیق نیاز دارند (Akbarpour et al., 2014). زیایی نفچی و محلسکا (Ziaei Nafchi & Mohelská, 2018) در مقاله‌ای با عنوان «تأثیرات صنعت ۴/۰ بر بازار کار ایران و ژاپن» به بررسی تأثیرات فناوری‌های مرتبط با صنعت ۴/۰ بر بازار کار این دو کشور پرداخته‌اند. این پژوهش به‌طور خاص به بررسی نقش عوامل خارجی همچون مقررات و شرایط اقتصادی در پذیرش و پیاده‌سازی این فناوری‌ها در ایران و ژاپن پرداخته است. آن‌ها تأکید می‌کنند که مقررات نامناسب و زیرساخت‌های اقتصادی ضعیف می‌توانند به‌عنوان موانع اصلی در مسیر پیاده‌سازی این فناوری‌ها عمل کنند. با توجه به شرایط اقتصادی ناپایدار و نرخ بالای بیکاری در ایران، اجرای صنعت ۴/۰ می‌تواند مشکلات جدیدی را برای بازار کار به همراه داشته باشد. از طرف دیگر، ژاپن با زیرساخت‌های اقتصادی قوی و مقررات حمایتی، در موقعیت بهتری برای پذیرش این فناوری‌ها قرار دارد.

عوامل فرهنگی و اجتماعی: نادکارنی و پروگل (۲۰۲۰) در مقاله‌ای با عنوان «تحول دیجیتال: مروری، سنتز و فرصت‌هایی برای تحقیقات آینده» به بررسی تأثیرات فرهنگی و اجتماعی بر پذیرش فناوری‌های دیجیتال پرداخته‌اند. آن‌ها تأکید می‌کنند که جوامعی که از فرهنگ پذیرش تغییرات و نوآوری برخوردارند، به‌مراتب سریع‌تر و موفق‌تر به بلوغ دیجیتالی دست می‌یابند. این پژوهش نشان می‌دهد که تحول دیجیتال نه‌تنها نیازمند فناوری‌های نوین است، بلکه به آمادگی فرهنگی و اجتماعی نیز بستگی دارد. در جوامعی که فرهنگ سازمانی از نوآوری حمایت می‌کند و کارکنان تمایل به یادگیری و تطبیق با فناوری‌های جدید دارند، فرآیند دیجیتالی‌سازی با سرعت بیشتری پیش می‌رود. از سوی دیگر، مقاومت فرهنگی در برابر تغییرات می‌تواند مانعی بزرگ بر سر راه پذیرش این فناوری‌ها باشد؛ بنابراین، نادکارنی و پروگل تأکید می‌کنند که برای موفقیت در تحول دیجیتال، باید به ترکیب مناسبی از فناوری و آمادگی فرهنگی توجه شود (Nadkarni & Prügl, 2021).

۲-۷- چالش‌های صنعت ۴/۰ در بانکداری ایران

مهدی‌آبادی و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله‌ای با عنوان «آیا برای چالش بانک‌های ۴/۰ آماده‌ایم؟» به بررسی روندهای فناوری در انقلاب صنعتی چهارم پرداخته و نشان می‌دهند که بانک‌های ایران به دلیل ضعف در زیرساخت‌های فناوری و مدیریت داده، برای ورود به این فضا آمادگی کافی ندارند. این پژوهش تأکید دارد که بدون نقشه راه استراتژیک و جامع، پذیرش فناوری‌های صنعت ۴.۰ در بانکداری ایران با چالش‌های جدی مواجه خواهد بود (Mehdiabadi et al., 2020). همچنین، آگوستینی و فیلیپینی (۲۰۱۹) نیز در پژوهشی به بررسی چالش‌های سازمانی و مدیریتی در مسیر پذیرش فناوری‌های صنعت ۴/۰ پرداخته و نشان می‌دهند که سازمان‌ها نه‌تنها باید روی به‌کارگیری فناوری‌ها تمرکز کنند، بلکه نیاز به توسعه و بهبود رویه‌های مدیریتی و سازمانی دارند. در بانکداری ایران، عدم تطابق فرهنگی و کمبود منابع انسانی متخصص از مهم‌ترین موانع پذیرش این فناوری‌ها محسوب می‌شوند (Agostini & Filippini, 2019).

۲-۸- صنعت ۴/۰ در بانکداری جهانی

مقایسه پذیرش فناوری‌های صنعت ۴/۰ در بخش بانکداری ایران با روندهای جهانی، دیدگاه‌های ارزشمندی را ارائه می‌دهد. در سطح جهانی، بانک‌ها در بازارهای توسعه‌یافته پیشرفت‌های قابل‌توجهی در پذیرش فناوری‌های صنعت ۴/۰ داشته‌اند که ناشی از حمایت قوی نظارتی، زیرساخت‌های فناوری پیشرفته و سطوح بالای رقابت است. قوباخلو و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای جامع به بررسی عوامل مؤثر بر پذیرش فناوری‌های صنعت ۴/۰ در شرکت‌های کوچک و متوسط[1] پرداخته و نشان داده‌اند که این شرکت‌ها در مقایسه با سازمان‌های بزرگ‌تر، در پذیرش و بهره‌برداری از این فناوری‌ها با چالش‌های بیشتری مواجه‌اند. این چالش‌ها شامل کمبود منابع مالی و انسانی، عدم آمادگی زیرساخت‌های دیجیتال و مقاومت فرهنگی در برابر تغییرات فناوری می‌شود (Ghobakhloo et al., 2020). از سوی دیگر، مانتا و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهشی بر روی تأثیر هوش مصنوعی در بانکداری، تأکید کرده‌اند که سرعت پذیرش و پیاده‌سازی این فناوری‌ها در بانک‌های مرکزی و تجاری کشورهای پیشرفته به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بالاتر است. این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از هوش مصنوعی

[1] Small and Medium-sized Enterprises

به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری استراتژیک، به بانک‌ها کمک می‌کند تا مزیت رقابتی خود را حفظ کنند و بهبود قابل‌توجهی در کارایی و بهره‌وری عملیات داشته باشند (Manta et al., 2024). نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه، به‌ویژه در تحلیل جنبه‌های کیفی بلوغ دیجیتال، نشان می‌دهد که چارچوب‌های مبتنی بر فناوری‌های نوین می‌توانند به شناسایی بهتر نقاط قوت و ضعف سازمانی کمک کنند. این یافته‌ها با پژوهش‌های پیشین که از رویکردهای کمی مانند بهینه‌سازی چندمتغیره و تحلیل استوکاستیک برای بهبود تصمیم‌گیری استفاده کرده‌اند، همسو است. به‌طور خاص، مدل‌های پیشنهادی در این پژوهش، امکان استفاده ترکیبی از تحلیل‌های کیفی و کمی را برای بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری و بهره‌وری عملیاتی فراهم می‌آورند (Hejazi et al., 2013; Xu et al., 2018). همچنین، تجربیات بانک‌های جهانی درس‌های ارزشمندی برای بانک‌های ایرانی به همراه دارد. برای مثال، اهمیت اصلاحات نظارتی، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های فناوری و تمرکز بر نوآوری مشتری‌محور از موضوعات مشترک در پذیرش موفقیت‌آمیز صنعت ۴/۰ در سطح جهانی است (Weking et al., 2020).

۳- روش‌شناسی پژوهش

روش تحقیق، مجموعه‌ای از قواعد، ابزارها و روال‌های معتبر و نظام‌یافته است که برای بررسی واقعیت‌ها، کشف مجهولات و دستیابی به راه‌حل مشکلات استفاده می‌شود. این فرآیند به پژوهشگران امکان می‌دهد تا با استفاده از اصول علمی، به تحلیل و تفسیر داده‌ها پرداخته و از صحت و اعتبار نتایج پژوهش اطمینان حاصل کنند. رویکرد منظم و مستند در روش تحقیق، کلید اصلی دستیابی به نتایج قابل‌اعتماد و معتبر است که به پیشرفت دانش و حل مشکلات کمک می‌کند. اتخاذ روش تحقیق علمی در حقیقت تنها راه دستیابی به دستاوردهای قابل‌قبول و علمی است (Khaki, 2010).

روش انجام این تحقیق بر مبنای هدف، توسعه‌ای-کاربردی و بر مبنای ماهیت داده‌ها، کیفی می‌باشد. در بخش کیفی پژوهش مطالعه و بررسی وضعیت موجود و شناخت متغیرهای سیستم موردمطالعه قرارگرفته و پس‌ازآن با بررسی مبانی نظری و دریافت نظر خبرگان از راه مصاحبه شفاهی به کمک پرسشنامه نیمه ساختاریافته با سؤالات تشریحی (باز)، مؤلفه‌های تأثیرگذار شناسایی و دسته‌بندی گردیده است، خبرگان مورد مراجعه از اعضای هیئت‌علمی رشته‌های مرتبط با صنعت و خبرگان مدیریت صنعتی می‌باشند، چون رویکرد این پژوهش کیفی است با توجه به پارادایم‌های تحقیق در بخش هستی‌شناسی نسبی‌گرا، ازلحاظ معرف شناسی در حوزه پارادایم تفسیری بوده و استراتژی و تاکتیک آن تحلیل محتوای پنهان است. فرآیند طبقه‌بندی داده‌ها در این بخش از پژوهش برای ایجاد کدها و مقولات توسط نرم‌افزار مکس‌کیودی‌ای نسخه ۲۰۲۰ انجام گردیده است.

جامعه آماری این تحقیق شامل اساتید دانشگاهی مرتبط با حوزه بانکداری و فناوری‌های نوین، مدیران ارشد و مدیران میانی بانک‌های کشور ایران است. این افراد باید حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد و همچنین حداقل ۵ سال سابقه اجرایی و مدیریتی در زمینه بانکداری یا فناوری‌های مرتبط با صنعت ۴/۰ را دارا باشند. نمونه‌گیری پژوهش از نوع نمونه‌گیری غیر احتمالی هدفمند و اطلاعات‌محور است و تا رسیدن به مرحله اشباع نظری ادامه یافت (Danaeifard et al., 2013). این رویکرد به دلیل ماهیت تخصصی موضوع و ضرورت دستیابی به اطلاعات عمقی و دقیق از خبرگان این حوزه انتخاب شده است، اشباع نظری زمانی حاصل شد که تحلیل مصاحبه‌های جدید، اطلاعات جدیدی به الگوها یا کدهای قبلی اضافه نکرد. مشخصات کلی مصاحبه‌شوندگان، شامل سمت شغلی، تحصیلات، تجربه کاری و حوزه تخصصی، در جدول ۱ ارائه شده است. برای اطمینان از روایی پژوهش‌های کیفی، از روش‌های مختلفی نظیر مثلث‌سازی منابع داده، بازبینی توسط همکاران و بررسی توسط اعضا (مصاحبه‌شوندگان) استفاده شده است (Mehdiabadi et al., 2020). در این پژوهش، از دو روش بازبینی توسط همکاران و بررسی توسط اعضا بهره گرفته شده است تا دقت و صحت نتایج به‌طور کامل تأیید گردد. یافته‌های حاصل از این روش‌ها نشان‌دهنده روایی قابل‌قبول نتایج پژوهش حاضر است. به‌ویژه بازبینی توسط همکاران متخصص در حوزه بانکداری دیجیتال و فناوری‌های مرتبط با صنعت ۴/۰ و همچنین بررسی

نظرات مصاحبه‌شوندگان پس از تحلیل داده‌ها، به‌عنوان رویکردی مؤثر برای اطمینان از صحت و دقت نتایج در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است.

برای بررسی پایایی پژوهش، از دو روش پایایی بازآزمون و پایایی بین دو کدگذار استفاده شده است. در این روش‌ها، حدنصاب درصد توافق درون موضوعی برای بازآزمون و دو کدگذار حداقل شصت درصد در نظر گرفته شده است (Kvale, 1996). علاوه بر این، به دلیل پیچیدگی‌های مرتبط با تحلیل مفاهیم مرتبط با بلوغ صنعت ۴/۰ در بخش بانکداری، برای افزایش دقت در کدگذاری و تحلیل داده‌ها، از کدگذاران دارای تخصص در حوزه‌های بانکداری و فناوری اطلاعات استفاده شده است.

در این بخش، به‌منظور محاسبه پایایی بازآزمون، پنج مصاحبه از میان مصاحبه‌های انجام‌شده انتخاب شدند. هر یک از این مصاحبه‌ها دو بار و با فاصله زمانی دوهفته‌ای توسط محقق کدگذاری شده‌اند. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که شاخص ثبات نتایج در روش پایایی بازآزمون ۶۴/۶ درصد بوده است. همچنین، برای محاسبه درصد پایایی بین دو کدگذار، پنج مصاحبه دیگر انتخاب شده و توسط همکار محقق کدگذاری شده‌اند. بر اساس نتایج حاصل، پایایی بین کدگذاران ۶۶ درصد به‌دست‌آمده است؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در هر دو روش، میزان پایایی بالاتر از ۶۰ درصد بوده و در نتیجه پایایی کدگذاری‌های تحقیق تأیید می‌شود. در مطالعات کیفی، هدف از تحلیل داده‌ها سازمان‌دهی، تأمین ساختار و استخراج معنا از داده‌های تحقیق است. در این نوع مطالعات، جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل آن‌ها معمولاً به‌صورت همزمان رخ می‌دهد و جستجو برای مفاهیم و طبقات اصلی از لحظه جمع‌آوری داده آغاز می‌شود. این رویکرد به محقق امکان می‌دهد تا همزمان با فرآیند مصاحبه و جمع‌آوری داده‌ها، به تحلیل و تفسیر مفاهیم پرداخته و از ارتباطات معنایی میان آن‌ها بهره‌برداری کند.

۳-۱- کدگذاری

کدگذاری فرآیندی سیال و پویا است که برای مفهوم‌پردازی داده‌ها و استخراج الگوها و مفاهیم به کار می‌رود. کدگذاری نمایانگر عملیاتی است که طی آن داده‌ها به اجزای کوچک‌تر تقسیم‌شده، مفهوم‌پردازی می‌شوند و سپس به شیوه‌های جدیدی با یکدیگر ارتباط می‌یابند. این فرآیند، روند اصلی ساختن و پرداختن نظریه از داده‌ها است (Strauss et al., 1998). در پژوهش حاضر، با توجه به روش تحلیل محتوای پنهان، مراحل کدگذاری باز و کدگذاری محوری انجام‌شده است. به دلیل عدم نیاز به ارائه نظریه انتزاعی، مرحله کدگذاری انتخابی صورت نگرفته است. همچنین، در پایان هر مرحله از کدگذاری، نتایج حاصل از آن به دو خبره ارائه شد تا دقت علمی پژوهش و میزان انطباق متغیرها و گویه‌های تحقیق با اهداف اصلی پژوهش مورد بررسی قرار گیرد.

۳-۲- کدگذاری باز

پس از جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها، مرحله کدگذاری باز انجام شد. در این مرحله، محتوای جمع‌آوری‌شده به‌صورت سطر به سطر بررسی شده و هرگاه پژوهشگر مفهومی را استنباط کرد، آن را به‌عنوان کد باز شناسایی و کدگذاری نمود.

جدول ۱. تنظیمات چاپگر سه‌بعدی برای تولید سه‌لایه

Table 1. 3D printer settings for three-layer production

ردیف	سمت/شغل	تحصیلات	تجربه کاری	حوزه تخصصی
۱	مدیر امور سیستم‌های بانکی	کارشناسی ارشد	۱۸	مدیریت سیستم‌های بانکی
۲	مدیر امور نرم‌افزار و بهبود خدمات فناوری اطلاعات	دکتری	۱۵	فناوری اطلاعات بانکی
۳	مدیر امور راهبری فناوری اطلاعات	کارشناسی ارشد	۱۶	راهبری و مدیریت فناوری اطلاعات
۴	معاون فناوری‌های نوین	دکتری	۱۴	تحول دیجیتال و فناوری‌های نوین
۵	استاد تمام دانشگاه	دکتری	۱۲	بانکداری دیجیتال
۶	دانشیار دانشگاه	دکتری	۱۰	سیستم‌های اطلاعاتی
۷	استادیار دانشگاه	دکتری	۱۱	اقتصاد و بانکداری
۸	مدیر ریسک و تطبیق	کارشناسی ارشد	۱۷	مدیریت ریسک و تطبیق

کدگذاری باز بخشی از فرآیند تجزیه‌وتحلیل است که با نام‌گذاری، مفهوم‌سازی و مقوله‌بندی پدیده‌ها از طریق تحلیل دقیق داده‌ها سروکار دارد. در این مرحله، داده‌ها به بخش‌های مجزا تقسیم شده و به‌منظور یافتن شباهت‌ها و تفاوت‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند. این فرآیند شامل تجزیه و مفهوم‌پردازی داده‌ها است، به این معنا که به هر حادثه، رخداد یا ایده موجود در داده‌ها نامی اختصاص داده می‌شود. این نام‌ها به‌عنوان برچسب یا نشانه‌ای برای جایگزینی حوادث، رخدادها یا ایده‌ها استفاده شد در مرحله بعد، مفاهیم بر اساس شباهت‌هایشان طبقه‌بندی می‌شوند.

۳-۳- کدگذاری محوری

کدگذاری محوری، مرحله دوم تجزیه‌وتحلیل در نظریه‌پردازی داده‌بنیان به روایت اشتراوس و کوربین است. در این مرحله، با مقایسه مفاهیم مختلف، تلاش می‌شود تا زمینه‌های مشترک بیشتری میان مفاهیم پیدا شود، به‌نحوی که امکان طبقه‌بندی مفاهیم مشابه در قالب طبقه‌بندی‌های یکسان فراهم گردد (Seldén, 2005). این فرآیند به محقق اجازه می‌دهد تا مفاهیم استخراج‌شده را با دقت بیشتری مورد تحلیل قرار داده و ارتباطات مفهومی میان آن‌ها را به‌طور دقیق‌تری شناسایی کند.

۴- تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

ازآنجاکه استراتژی این پژوهش تحلیل محتوا و تاکتیک آن تحلیل محتوای پنهان است، فرآیند طبقه‌بندی داده‌ها در این بخش از پژوهش برای ایجاد کدهای اولیه، مقولات و کدهای محوری توسط نرم‌افزار انجام گردیده است، بنابراین تجزیه‌وتحلیل اطلاعات از طریق برچسب معنایی به واحدهای معنادار مصاحبه آغاز می‌گردد.

۴-۱- کدهای اولیه

جدول **۲** نمونه‌ای از شرح ۱۲۰ عدد از کدهای اولیه، اسناد و واحدهای معنایی را دربر داشته که به علت گستردگی ۲۰۱۷ سطری رکوردهای آن نمونه‌ای از آن در جدول زیر ارائه گردیده است.

در ادامه این مقاله، ماتریس کدهای اولیه پژوهش به‌تفصیل بررسی شده و نتایج آن به‌صورت فراوانی و نمایش گرافیکی در **شکل**‌های **۱** و **۲** ارائه می‌شود. این شکل‌ها به‌منظور نمایش دقیق‌تر داده‌ها و تسهیل درک خوانندگان از الگوها و روندهای موجود، تهیه‌شده‌اند. با توجه به فراوانی‌های مشاهده‌شده کد اولیه «هوش مصنوعی» بیشترین ضریب اهمیت و کدهای «پایگاه داده تحلیلی» و «استاندارد باز» کمترین ضریب اهمیت را از دید فراوانی کدها برخوردار هستند، سند مصاحبه مشارکت‌کننده دوم بیشترین اطلاعات اولیه را با فراوانی ۲۰۳ و سند مصاحبه‌کننده هشتم کمترین اطلاعات اولیه را با فراوانی ۲۳ به محقق ارائه نموده‌اند، با توجه به مشخص شدن کدهای اولیه و ضریب اهمیت آن‌ها بر مبنای فراوانی و رابطه بین آن‌ها، نسبت به استخراج مقولات که سطحی انتزاعی‌تر از کدهای اولیه محسوب می‌شوند اقدام گردیده است. جداول **۳** تا **۹** نمایانگر مقولات ایجادشده از کدهای اولیه و زیرمجموعه آن‌ها است که در ادامه به نمایش درآمده است.

مطابق با جدول **۳**، مقوله «زیرساخت‌های دیجیتال و فناوری‌های نوین» نقش بنیادینی در تحلیل مؤلفه‌های مؤثر بر ارزیابی بلوغ صنعت نسل چهارم در بانکداری دارد و شامل کدهای اولیه‌ای است که نمایانگر جنبه‌های مختلف فناوری و زیرساخت‌های آن در این حوزه می‌باشد. بهینه‌سازی زیرساخت‌های فناوری برای دسترسی پیوسته، به‌عنوان یکی از ارکان اصلی، تضمین‌کننده پایداری و عملکرد بدون وقفه سیستم‌های بانکی است که به کاهش خرابی‌ها و افزایش کارایی منجر می‌شود. محاسبات شناختی و پردازش کوانتمی، به‌عنوان فناوری‌های نوین، با توانایی ارتقاء قدرت پردازشی و تسریع در تحلیل داده‌ها، دقت و سرعت تصمیم‌گیری‌های بانکی را بهبود می‌بخشند. سیستم‌های تعبیه‌شده، با تضمین امنیت فراگیر و حفاظت از داده‌ها، در کنار کلان‌داده‌ها و فرآیندهای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و تحلیل داده هم‌زمان، بستر مناسبی را برای اتخاذ تصمیمات داده‌محور فراهم می‌آورند. اینترنت اشیاء و شبکه‌های حسگرها با ایجاد اتصالات گسترده و ارائه داده‌های لحظه‌ای از فرآیندهای بانکی، به بهبود نظارت و مدیریت خدمات بانکی کمک می‌کنند. این فناوری‌ها، همراه با مجازی‌سازی و ارتباط ماشین به ماشین، زیرساخت‌های لازم برای اتوماسیون و افزایش کارایی عملیات را فراهم می‌کنند.

جدول ۲. نمونه کدهای اولیه استخراج‌شده در نرم‌افزار

Table 2. Sample of extracted source codes in the software

رنگ	نام سند	کد(ها)	شروع	پایان	واحد معنایی	ناحیه	پوشش ٪
●	مصاحبه اول	ترکیب دنیای فیزیکی و مجازی	۲	۲	اجزای اصلی پیاده‌سازی صنعت ۴/۰، سیستم‌های یکپارچه باقابلیت اتصال به اینترنت هستند.	۱۰۹	۱/۳۷
●	مصاحبه اول	سیستم‌های یکپارچه	۲	۲	سیستم‌های یکپارچه	۱۷	۰/۲۱
●	مصاحبه اول	سیستم‌های یکپارچه متصل	۲	۲	سیستم‌های یکپارچه باقابلیت اتصال به اینترنت	۴۳	۰/۵۴
●	مصاحبه اول	بانکداری هوشمند	۱۵	۱۵	اینترنت اشیا، محاسبات شناختی است و بانام‌های دیگری مانند اینترنت صنعتی اشیاء، بانکداری هوشمند، محصولات هوشمند	۱۷۹	۲/۲۵
...	...	...	...	...	...	...	...
●	مصاحبه هشتم	ارتباط با بازارهای اصلی و ثروت آفرین	۳	۳	این مفهوم پیچیده ضمن تحت تأثیر قرار دادن ارتباطات و بازار مصرف، تولید را نیز دگرگون خواهد کرد و هم‌تراز اینترنت اشیا، رایانش ابری است.	۱۸۸	۲/۳۳
●	مصاحبه هشتم	مراکز و زیرساخت‌های دانشی	۶	۶	مراکز و زیرساخت‌های دانشی، فنی و امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی	۶۳	۰/۷۸
●	مصاحبه هشتم	شرکت‌های دانش‌بنیان و استارتاپ‌ها	۸	۸	اکوسیستم‌های روبه رشد استارتاپی	۳۱	۰/۳۸
●	مصاحبه هشتم	شرکت‌های دانش‌بنیان و استارتاپ‌ها	۱۱	۱۱	وابستگی حداکثری و غیرقابل‌جبران به شرکت‌های فناور خارجی	۵۷	۰/۷۱
●	مصاحبه هشتم	انعطاف‌پذیری	۴۷	۴۷	تسهیم دانش و انعطاف‌پذیری	۲۵	۰/۳۱

جدول ۳. مقوله «زیرساخت‌های دیجیتال و فناوری‌های نوین» و کدهای اولیه استخراج‌شده در نرم‌افزار

Table 3. The category "Digital Infrastructure and New Technologies" and the initial codes extracted in the software

رنگ	ردیف	مقولات	کد اولیه
●	۱	زیرساخت‌های دیجیتال و فناوری‌های نوین	بهینه‌سازی زیرساخت‌های فناوری برای دسترسی پیوسته
			پردازش کوانتمی
			محاسبات شناختی
			سیستم تعبیه‌شده
			امنیت فراگیر
			کلان داده
			جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و تحلیل داده هم‌زمان
			اینترنت اشیاء
			شبکه حسگرها
			قدرت محاسباتی
			فناوری‌های موبایل
			مجازی‌سازی
			ارتباط ماشین به ماشین
			اینترنت سرویس‌ها
			یادگیری ماشین
			هوش مصنوعی

جدول ۴. مقوله «خدمات هوشمند و مشتری محور» و کدهای اولیه استخراج‌شده در نرم‌افزار

Table 4. The category of "smart and customer-oriented services" and the initial codes extracted in the software

رنگ	ردیف	مقولات	کد اولیه
●	۲	خدمات هوشمند و مشتری محور	رایانش ابری
			سیستم‌های مدیریت صف بانکی هوشمند
			شبیه‌سازی فرآیندهای بانکی
			واقعیت افزوده
			شخصی‌سازی خدمات
			خدمات مشتری محور
			خدمات سفارشی منطبق بر نیازهای مشتری
			شعب بانکی هوشمند
			ربات‌های مشاور و خدمت‌رسان در بانک‌ها
			سیستم‌های سایبری-فیزیکی
			دستگاه‌های خودپرداز هوشمند پیشرفته
			ترکیب دنیای فیزیکی و مجازی
			ابزارهای هوشمند
			تعمیرات و نگهداری هوشمند سیستم‌های بانکی
			مدیریت انعطاف‌پذیر خدمات بانکی
			فناوری‌های نوین در امنیت بانکی
			واقعیت مجازی

جدول ۵. مقوله «تحول دیجیتال و مدیریت تغییر» و کدهای اولیه استخراج‌شده در نرم‌افزار

Table 5. The category "Digital Transformation and Change Management" and the initial codes extracted in the software

رنگ	ردیف	مقولات	کد اولیه
●	۳	تحول دیجیتال و مدیریت تغییر	سرمایه‌گذاری در حوزه صنعت ۴/۰
			وجود چشم‌انداز صنعت ۴/۰
			نگرش دیجیتالی
			امکان تصمیم‌گیری‌های غیرمتمرکز
			تبدیل‌شدن به مجموعه دانش‌محور
			نیازمندی به مدیریت واحد منابع

جدول ۶. مقوله «قوانین و استانداردهای دیجیتال» و کدهای اولیه استخراج‌شده در نرم‌افزار

Table 6. The category "Digital rules and standards" and the primary codes extracted in the software

رنگ	ردیف	مقولات	کد اولیه
●	۴	قوانین و استانداردهای دیجیتال	قوانینی برای کارمندان در محیط کار دیجیتال
			محافظت از مالکیت معنوی
			استاندارد باز
			حمایت قانونی از محصولات و خدمات دیجیتال

جدول ۷. مقوله «فرآیندهای یکپارچه و هوشمند» و کدهای اولیه استخراج‌شده در نرم‌افزار

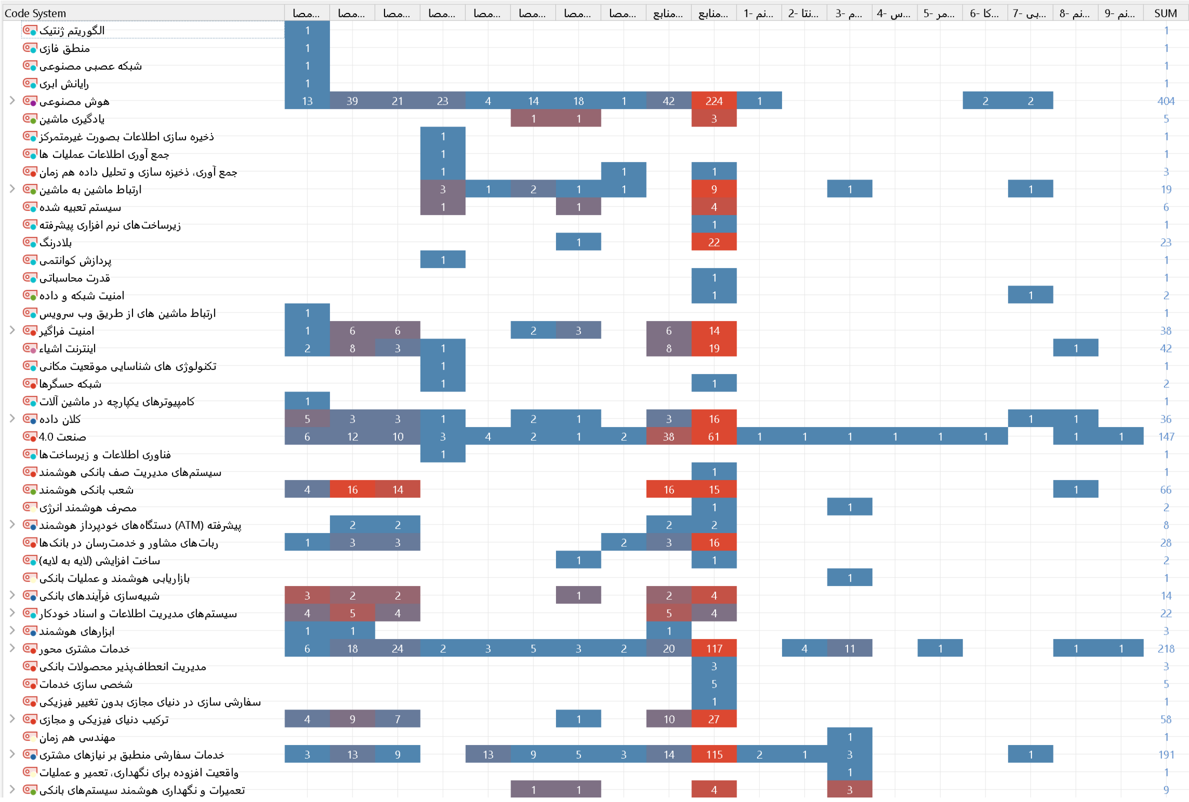
Table 7. The category of “Integrated and Intelligent Processes” and the primary codes extracted in the software

رنگ	ردیف	مقولات	کد اولیه
●	۵	فرآیندهای یکپارچه و هوشمند	پیش‌بینی‌های مالی داده محور
			بازاریابی هوشمند و عملیات بانکی
			سیستم‌های مدیریت اطلاعات و اسناد خودکار
			امور مالی هوشمند
			سیستم‌های تحویل خودکار مستندات بانکی
			قرارداد هوشمند
			برقراری ارتباطات یکپارچه بین بخشی
			عملیات هوشمند
			سیستم‌های یکپارچه متصل
			داده‌کاوی
			غیرمتمرکز سازی
			بهره‌گیری از بسترهای ابری اشتراک‌گذاری
			اعتبار سنجی و سیستم‌های کشف تقلب
			مدیریت هوشمند زنجیره‌های ارزش بانکی
			مدیریت کیفیت دیجیتال

جدول ۸. مقوله «کسب‌وکار هوشمند و داده محور» و کدهای اولیه استخراج‌شده در نرم‌افزار

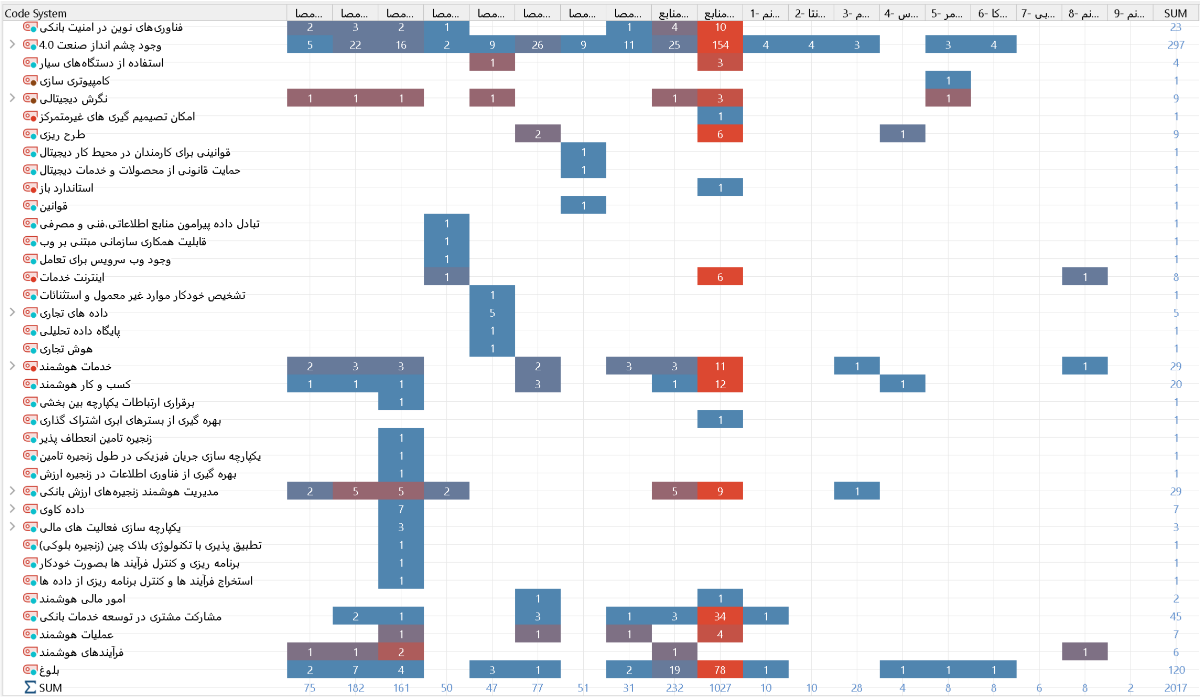
Table 8. The category of "Smart and Data-Driven Business" and the initial codes extracted in the software

رنگ	ردیف	مقولات	کد اولیه
●	۶	کسب‌وکار هوشمند	محصولات هوشمند
			خدمات سرویس‌گرا
			قابلیت رهگیری محصول در کل چرخه حیات
			هوش تجاری
			خدمات داده محور
			مصورسازی داده
			مشارکت مشتری در توسعه خدمات بانکی



شکل ۱. ماتریس کدهای اولیه اسناد پژوهش به‌صورت فراوانی و گرافیکی بخش اول.

Figure 1. Matrix of primary codes of research documents in frequency and graphic form, part one.



شکل ۲. ماتریس کدهای اولیه اسناد پژوهش به‌صورت فراوانی و گرافیکی بخش دوم.

Figure 2. Matrix of primary codes of research documents in frequency and graphic form, part two.

قدرت محاسباتی و فناوری‌های موبایل نیز از دیگر عوامل کلیدی هستند که به بانک‌ها امکان می‌دهند تا با بهره‌گیری از ابزارهای پیشرفته، سرعت و دقت در عملیات را افزایش دهند. درنهایت، یادگیری ماشین و هوش

مصنوعی، به‌عنوان راهبردهای محوری، با توانایی‌های تحلیلی و پردازشی پیشرفته، امکان نوآوری‌های مستمر و بهبود فرآیندهای بانکی را فراهم می‌کنند. این مجموعه کدهای اولیه نمایانگر آن است که زیرساخت‌های دیجیتال و فناوری‌های نوین، نه‌تنها پایه و اساس بلوغ صنعت نسل چهارم را در بانکداری تشکیل می‌دهند، بلکه با فراهم آوردن ابزارها و تکنیک‌های نوین، به افزایش کارایی، امنیت و نوآوری در این حوزه کمک می‌کنند. در ادامه (جدول **۴**)، به مقوله «خدمات هوشمند و مشتری محور» و کدهای اولیه استخراج‌شده مرتبط با آن اشاره خواهیم کرد. مقوله «خدمات هوشمند و مشتری‌محور» نشان‌دهنده انتقال به سمت فناوری‌ها و روش‌های پیشرفته در ارائه خدمات بانکی است. مطابق با جدول **۴**، کدهای اولیه همچون رایانش ابری و سیستم‌های مدیریت صف بانکی هوشمند مکانیزم‌های نوآورانه‌ای هستند که به افزایش کارآمدی و بهینه‌سازی فرآیندهای خدماتی در بانک‌ها کمک می‌کنند. شبیه‌سازی فرآیندهای بانکی، واقعیت افزوده و واقعیت مجازی فناوری‌هایی هستند که امکانات جدیدی را در طراحی و ارائه خدمات بانکی فراهم می‌آورند، از شخصی‌سازی خدمات گرفته تا ادغام تجربیات فیزیکی و مجازی. شعب بانکی هوشمند و دستگاه‌های خودپرداز هوشمند پیشرفته به‌عنوان ابزارهای هوشمند، در راستای خودکارسازی و افزایش اثربخشی عملیاتی در بانکداری قرار دارند. ربات‌های مشاور و خدمت‌رسان در بانک‌ها و سیستم‌های سایبری-فیزیکی نیز نقش مهمی در یکپارچه‌سازی و هماهنگی بین تجهیزات و فرآیندهای دیجیتال بانکی دارند، درحالی‌که تعمیرات و نگهداری هوشمند سیستم‌های بانکی و مدیریت انعطاف‌پذیر خدمات بانکی به‌طور خاص برای بهینه‌سازی و افزایش انعطاف‌پذیری در ارائه خدمات بانکی دارای اهمیت می‌باشند. فناوری‌های نوین در امنیت بانکی نیز تضمین‌کننده حفاظت از داده‌ها و امنیت عملیات بانکی هستند. شخصی‌سازی خدمات، تولید مشتری‌محور و ارائه محصولات سفارشی منطبق بر علایق مشتری نیز ازجمله راهکارهایی هستند که به افزایش رضایت مشتریان و پاسخ‌گویی به نیازهای خاص آنان کمک می‌کنند. این مؤلفه‌ها نشان‌دهنده یک تحول جامع در زمینه خدمات بانکی هستند که توانایی بانک‌ها را برای مواجهه با تقاضاهای متغیر و پویای مشتریان به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد. در ادامه، به مقوله «تحول دیجیتال و مدیریت تغییر» و کدهای اولیه استخراج‌شده مرتبط با آن اشاره خواهیم کرد.

مقوله «تحول دیجیتال و مدیریت تغییر» مطابق با اطلاعات مندرج در جدول **۵**، به بررسی اجزای کلیدی استراتژیکی می‌پردازد که برای یکپارچه‌سازی فناوری‌ها و نوآوری‌های مرتبط با صنعت ۴/۰ در بانکداری ضروری هستند. سرمایه‌گذاری در حوزه صنعت ۴/۰ نشان‌دهنده تعهد بانک‌ها برای به‌کارگیری و توسعه تکنولوژی‌های پیشرفته است که بنیاد موفقیت در این عصر دیجیتالی محسوب می‌شود. وجود چشم‌انداز صنعت ۴/۰ به‌عنوان یک عامل کلیدی دیگر، اهمیت داشتن دیدگاهی روشن و استراتژیک را تأکید می‌کند که هدایتگر تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های آتی در زمینه تحول دیجیتال است. نگرش دیجیتالی، تحول در فرهنگ‌سازمانی و پذیرش فناوری‌های دیجیتال را مورد توجه قرار می‌دهد که برای برقراری تغییرات موردنیاز بسیار حیاتی است.

امکان تصمیم‌گیری‌های غیرمتمرکز، به ارتقاء سرعت و انعطاف‌پذیری در تصمیم‌گیری‌ها کمک کرده و مجموعه‌های دانش‌محور، با تأکید بر دانش و تخصص تخصصی، ابزاری برای تعالی در این محیط متغیر فراهم می‌آورند. نیازمندی به مدیریت واحد منابع نیز بر اهمیت مدیریت یکپارچه و کارآمد منابع برای بهینه‌سازی عملکرد و دستیابی به نتایج مطلوب در عصر دیجیتالیزه تأکید می‌کند. این اجزا مجموعاً راهبردهای تحول دیجیتال و مدیریت تغییر را برای پیاده‌سازی مؤثر صنعت ۴/۰ در بانکداری شکل می‌دهند و به مؤسسات مالی کمک می‌کنند تا در محیط رقابتی مدرن به بلوغ و پیشرفت دست یابند. در ادامه به مقوله «قوانین و استانداردهای دیجیتال» و کدهای اولیه استخراج‌شده مرتبط با آن اشاره خواهیم کرد.

مطابق با اطلاعات مندرج در جدول **۶**، مقوله «قوانین و استانداردهای دیجیتال» به بررسی اجزای کلیدی قانونی می‌پردازد که برای ایجاد و حفظ محیط کار دیجیتال در صنعت ۴/۰ در بانکداری ضروری هستند. قوانینی برای کارمندان در محیط کار دیجیتال، به‌منظور ایجاد چارچوب‌های قانونی و اخلاقی برای استفاده از فناوری‌های نوین و حفظ امنیت و سلامت کارکنان در محیط‌های دیجیتال تعریف شده‌اند. این قوانین همچنین به‌منظور

حفظ تعادل بین بهره‌وری و حقوق کارکنان و ایجاد محیط کاری ایمن و عادلانه در محیط‌های دیجیتالی تدوین می‌شوند. محافظت از مالکیت معنوی از دیگر اجزای کلیدی این مقوله است که تضمین‌کننده حفظ حقوق فکری و اختراعات در دنیای دیجیتال می‌باشد. با توجه به رشد سریع فناوری‌ها و انتقال دانش و اطلاعات، ایجاد قوانین و مقرراتی برای حفاظت از مالکیت معنوی بسیار حیاتی است تا از سوءاستفاده و دزدی اطلاعات جلوگیری شود و نوآوری‌ها به‌درستی موردحمایت قرار گیرند. استاندارد باز نیز به‌عنوان یک عنصر مهم دیگر در این مقوله، نقش کلیدی در ایجاد تعامل و هماهنگی بین سیستم‌ها و فناوری‌های مختلف ایفا می‌کند. استفاده از استانداردهای باز، تضمین می‌کند که فناوری‌ها و سیستم‌ها با یکدیگر سازگاری داشته و تبادل داده‌ها به‌راحتی و بدون محدودیت انجام شود. این امر به‌ویژه در صنعت ۴/۰ که نیازمند همکاری و هماهنگی بین اجزای مختلف است، از اهمیت بالایی برخوردار است. حمایت قانونی از محصولات و خدمات دیجیتال نیز به‌منظور ایجاد بسترهای قانونی برای حمایت از محصولات و خدمات دیجیتال و تضمین حقوق تولیدکنندگان و ارائه‌دهندگان این خدمات تدوین می‌شود. این حمایت‌ها به‌منظور ایجاد اعتماد و اطمینان در بازار دیجیتال و حمایت از توسعه و نوآوری در این حوزه ضروری هستند. این اجزای قانونی، مجموعاً زیرساخت‌های لازم برای ایجاد و حفظ محیط کار دیجیتال در صنعت ۴/۰ را فراهم می‌آورند و به تضمین حقوق و امنیت افراد و سازمان‌ها در این محیط پویا کمک می‌کنند. در ادامه به مقوله «فرآیندهای یکپارچه و هوشمند» و کدهای اولیه استخراج‌شده مرتبط با آن اشاره خواهیم کرد.

مقوله «فرآیندهای یکپارچه و هوشمند» بر طبق اطلاعات جدول **۷**، نقش حیاتی در تغییر و تحول نحوه اجرای عملیات و مدیریت فعالیت‌های بانکداری به‌واسطه فناوری‌های پیشرفته ایفا می‌کند. پیش‌بینی تقاضای داده‌محور و داده‌کاوی به‌عنوان نمونه‌هایی از استفاده از تحلیل داده‌ها، امکان پیش‌بینی دقیق تقاضا و بهینه‌سازی منابع را فراهم می‌آورند. بازاریابی هوشمند و عملیات بانکی، به‌کارگیری ابزارهای دیجیتالی را در جهت بهبود ارائه خدمت و تجربه مشتری در بانکداری نشان می‌دهند. سیستم‌های مدیریت اطلاعات و اسناد خودکار و سیستم‌های تحویل خودکار مستندات بانکی بهینه‌سازی فرآیندها و کاهش هزینه‌ها را از طریق خودکارسازی تسهیل کرده و امور مالی هوشمند و قراردادهای هوشمند، تصمیم‌گیری‌های مالی و قانونی را با استفاده از الگوریتم‌ها و پروتکل‌های پیشرفته بهینه می‌کنند. برقراری ارتباطات یکپارچه بین بخشی و استفاده از بسترهای ابری اشتراک‌گذاری، امکان همکاری و دسترسی آسان به اطلاعات را در سراسر سازمان بانکی فراهم می‌آورد. عملیات هوشمند و سیستم‌های یکپارچه متصل نیز تضمین‌کننده افزایش دقت و کارآمدی در فرآیندهای مختلف بانکی هستند. غیرمتمرکز سازی فرآیندها، اعتبارسنجی و سیستم‌های کشف تقلب نیز نقش مهمی در افزایش امنیت و اعتماد به سیستم‌های هوشمند بانکی ایفا می‌کنند. مدیریت هوشمند زنجیره‌های ارزش بانکی و مدیریت کیفیت دیجیتال نیز تضمین‌کننده افزایش دقت و کارآمدی در ارائه خدمات بانکی هستند. این مؤلفه‌ها مجتمعاً نشان‌دهنده پیشرفت‌هایی هستند که به بانک‌ها کمک می‌کنند تا در عصر دیجیتالیزه به رقابتی‌ترین شکل ممکن ادامه دهند و به بلوغ صنعتی در نسل چهارم دست یابند. در ادامه، به مقوله «کسب‌وکار هوشمند و داده محور» و کدهای اولیه استخراج‌شده مرتبط با آن اشاره خواهیم کرد.

مطابق با اطلاعات مندرج در جدول **۸**، مقوله «کسب‌وکار هوشمند و داده‌محور» به بررسی اجزای کلیدی می‌پردازد که برای پیشبرد و تحول کسب‌وکارها در عصر دیجیتال ضروری هستند. محصولات هوشمند به‌عنوان یکی از اجزای اصلی، نشان‌دهنده نوآوری در طراحی و توسعه محصولاتی هستند که با استفاده از فناوری‌های پیشرفته، قابلیت‌های جدیدی را به کاربران ارائه می‌دهند. خدمات سرویس‌گرا نیز نقش مهمی در بهبود تجربه مشتری و افزایش رضایت او دارند، زیرا با تمرکز بر ارائه خدمات متناسب با نیازهای مشتری، کسب‌وکارها می‌توانند ارتباط نزدیکی با مشتریان خود برقرار کنند. قابلیت رهگیری محصول در کل چرخه حیات، به کسب‌وکارها این امکان را می‌دهد که از زمان تولید تا تحویل به مشتری، نظارت کاملی بر روی محصولات خود داشته باشند و از کیفیت و کارایی آن‌ها اطمینان حاصل کنند. هوش تجاری به کسب‌وکارها کمک می‌کند تا با تحلیل داده‌ها و اطلاعات،

تصمیمات استراتژیک و به‌موقع اتخاذ کنند که این امر به افزایش
بهره‌وری و بهبود عملکرد سازمانی منجر می‌شود. خدمات داده‌محور نیز با استفاده از داده‌ها و تحلیل‌های پیچیده، خدماتی را ارائه می‌دهند که دقیقاً منطبق بر نیازها و خواسته‌های مشتریان باشد. مصورسازی داده به‌عنوان یکی دیگر از اجزای کلیدی، امکان فهم بهتر و سریع‌تر اطلاعات پیچیده را برای تصمیم‌گیرندگان فراهم می‌کند. این ابزار با ارائه تصاویر و نمودارهای بصری، تحلیل داده‌ها را آسان‌تر کرده و به تصمیم‌گیری‌های دقیق‌تر کمک می‌کند. مشارکت مشتری در توسعه خدمات بانکی نیز از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا با دخیل کردن مشتریان در فرآیند توسعه، کسب‌وکارها می‌توانند محصولات و خدماتی را ارائه دهند که بیشتر با نیازها و انتظارات بازار همخوانی داشته باشد. این اجزا در کنارهم به کسب‌وکارها کمک می‌کنند تا در محیط رقابتی و پویا، با بهره‌گیری از فناوری‌های هوشمند و داده‌محور، به بهبود عملکرد و افزایش رضایت مشتریان دست یابند و به بلوغ صنعتی در نسل چهارم نزدیک شوند. درنتیجه فرآیند کدگذاری محوری، کد محوری «بلوغ» ایجاد شده است. جدول **۹** حاوی این کد محوری است که به‌عنوان نتیجه کدگذاری محوری در مطالعه کیفی از داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار مکس‌کیودی‌ای استخراج شده‌اند. این کدها شامل «زیرساخت‌های دیجیتال و فناوری‌های نوین»، «خدمات هوشمند و مشتری‌محور»، «تحول دیجیتال و مدیریت تغییر»، «قوانین و استانداردهای دیجیتال»، «کسب‌وکار هوشمند و داده‌محور» و «فرآیندهای یکپارچه و هوشمند» هستند که هر کدام نقش حیاتی در ارزیابی و تحقق بلوغ صنعت نسل چهارم در بخش بانکداری کشور ایران دارند. این کدها به‌عنوان مؤلفه‌های کلیدی، چارچوبی را برای درک چگونگی تعامل بین فناوری‌های پیشرفته و مدیریت استراتژیک در محیط بانکی فراهم می‌آورند. «زیرساخت‌های دیجیتال و فناوری‌های نوین» به‌عنوان بنیادی برای پشتیبانی از سایر فعالیت‌ها و تسهیل فرآیندهای بانکی مطرح می‌شوند. این زیرساخت‌ها نقش محوری در اجرای فناوری‌های نوظهور و بهبود کارایی سیستم‌های بانکی ایفا می‌کنند که می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل اصلی در تعیین سطح بلوغ بانک‌ها در مسیر صنعت ۴/۰ باشد. «خدمات هوشمند و مشتری‌محور» و «کسب‌وکار هوشمند و داده‌محور» نمایانگر کاربرد این فناوری‌ها در ارائه خدمات به مشتریان و مدیریت هوشمندانه عملیات بانکی هستند که به افزایش رضایت مشتریان و بهینه‌سازی فرآیندهای کسب‌وکار کمک می‌کنند. این خدمات به بانک‌ها امکان می‌دهند تا با بهره‌گیری از داده‌ها و تحلیل‌های پیشرفته، خدمات شخصی‌سازی‌شده‌ای را ارائه دهند که مستقیماً با نیازها و انتظارات مشتریان تطابق داشته باشد. «تحول دیجیتال و مدیریت تغییر» بر اهمیت استراتژی‌ها و مدیریت تغییرات تأکید دارد که برای موفقیت در این محیط پویا و دیجیتالی ضروری است. این بخش به بانک‌ها کمک می‌کند تا با شناسایی روندهای جدید و استفاده بهینه از فناوری‌های دیجیتال، مسیر تحول خود را به‌سوی دیجیتالیزه شدن هموار سازند. به همین دلیل، مدیریت تغییرات و تطابق با فناوری‌های نوین از ارکان اصلی بلوغ صنعت ۴/۰ محسوب می‌شود. «قوانین و استانداردهای دیجیتال» نقش کلیدی در تنظیم مقررات و ایجاد چارچوب‌های قانونی برای حفاظت از داده‌ها و تضمین امنیت در فرآیندهای دیجیتال دارند. با توجه به حساسیت بالا در بخش بانکداری، تدوین و اجرای قوانین مؤثر برای محافظت از اطلاعات و حفظ حقوق کاربران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نهایتاً، «فرآیندهای یکپارچه و هوشمند» بر هماهنگی و هم‌افزایی بین اجزای مختلف سیستم‌های بانکی تأکید دارد.

این فرآیندها تضمین می‌کنند که اطلاعات به‌صورت مؤثر و بدون وقفه در سراسر سازمان جریان داشته و تصمیم‌گیری‌های استراتژیک بهبود یابند. این مجموعه کدهای محوری به‌طور مجموع، برداشتی جامع از عناصر مهمی ارائه می‌دهند که برای رسیدن به بلوغ در صنعت نسل چهارم بانکی حیاتی هستند و به مؤسسات مالی این امکان را می‌دهند که استراتژی‌های خود را برای دستیابی به مزیت‌های رقابتی در دنیای مدرن بهینه‌سازی کنند. در انتها، شکل **۳** حاوی ماتریس نمایش کد محوری اسناد پژوهش به‌صورت فراوانی و گرافیکی است که به درک بهتر این کدها کمک می‌کند.

۴-۲- تجزیه‌وتحلیل هم‌پوشانی

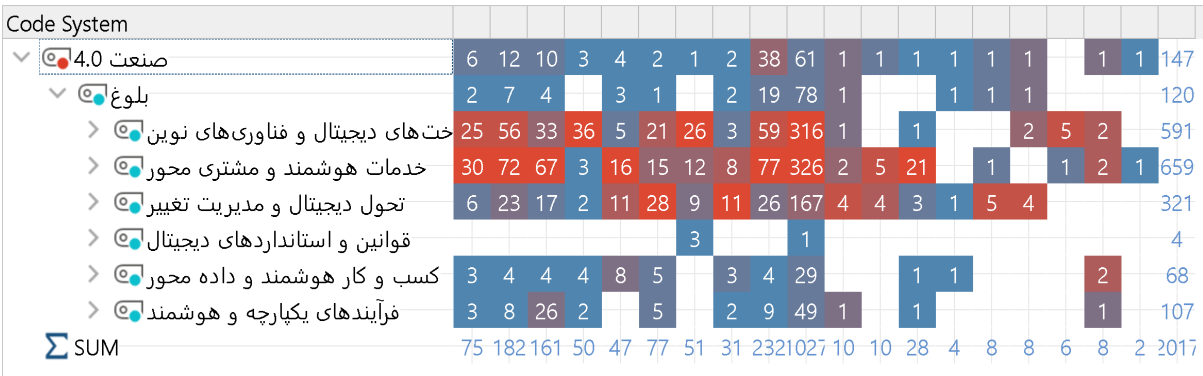
تحلیل هم‌پوشانی کدها یکی از ابزارهای مهم در تحلیل داده‌های کیفی است که توسط نرم‌افزارهای تخصصی تحلیل محتوا انجام می‌شود. این ابزار با استفاده از دو روش اصلی، یعنی هم‌پوشانی کدها و نزدیکی آن‌ها در سند پژوهشی، به تحلیل روابط میان مقولات یا کدهای مشخص‌شده در پژوهش می‌پردازد.

شکل ۴ نمایانگر ماتریس هم‌پوشانی کدهای این پژوهش است که به‌صورت گرافیکی نشان داده شده است. این ماتریس به‌وضوح بیانگر میزان ارتباط و تأثیر متقابل کدها در چارچوب پژوهش حاضر است. نتایج تحلیل هم‌پوشانی کدها نشان می‌دهد که سه مقوله کلیدی «خدمات هوشمند و مشتری‌محور»، «زیرساخت‌های دیجیتال و فناوری‌های نوین» و «تحول دیجیتال و مدیریت تغییر» بیشترین تأثیر را بر مقوله محوری «بلوغ» دارند.

جدول ۹. کدهای محوری استخراج‌شده در نرم‌افزار

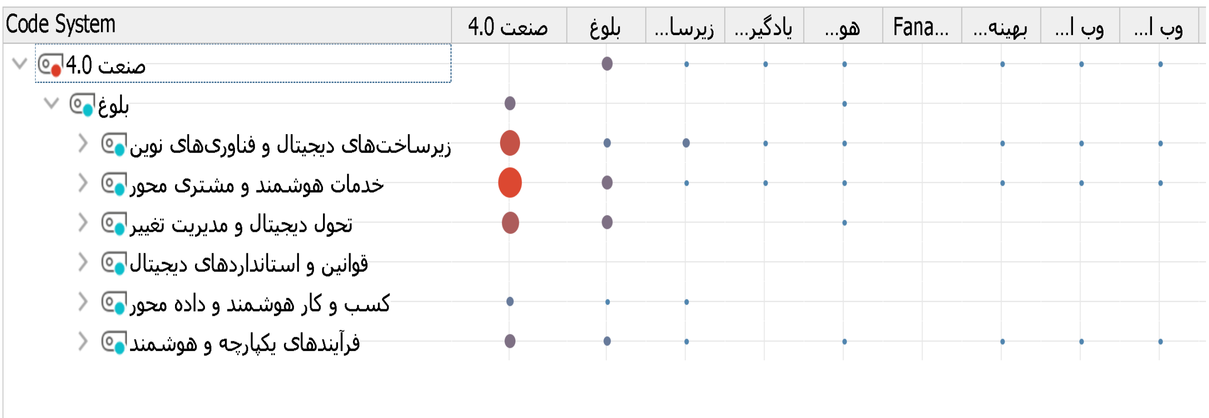
Table 9. Pivotal codes extracted in the software

رنگ	کد محوری	مقولات
●	بلوغ	زیرساخت‌های دیجیتال و فناوری‌های نوین
		خدمات هوشمند و مشتری محور
		تحول دیجیتال و مدیریت تغییر
		قوانین و استانداردهای دیجیتال
		کسب‌وکار هوشمند و داده محور
		فرآیندهای یکپارچه و هوشمند



شکل ۳. ماتریس کد محوری اسناد پژوهش به‌صورت فراوانی و گرافیکی.

Figure 3. Axial code matrix of research documents in frequency and graphic form.



شکل ۴. ماتریس هم‌پوشانی کدهای اسناد پژوهش به‌صورت گرافیکی.

Figure 4. Graphical overlap matrix of research document codes.

این سه مقوله نه‌تنها به‌صورت مستقل نقش اساسی در فرآیند ارزیابی بلوغ دیجیتال و تحقق صنعت ۴/۰ در بانکداری ایران ایفا می‌کنند، بلکه با یکدیگر نیز تعامل بالایی دارند. این تعاملات نشان‌دهنده آن است که بلوغ صنعت ۴/۰ به‌طور هم‌زمان نیازمند توسعه زیرساخت‌های فناوری، ارائه خدمات هوشمند و مدیریت مؤثر تغییرات دیجیتال است. در این راستا، تجزیه‌وتحلیل ماتریس هم‌پوشانی تأکید می‌کند که برای دستیابی به بلوغ کامل در صنعت ۴/۰، هماهنگی و انسجام میان این سه مقوله کلیدی ضروری است.

۴-۳- نمایش نقشه نهایی

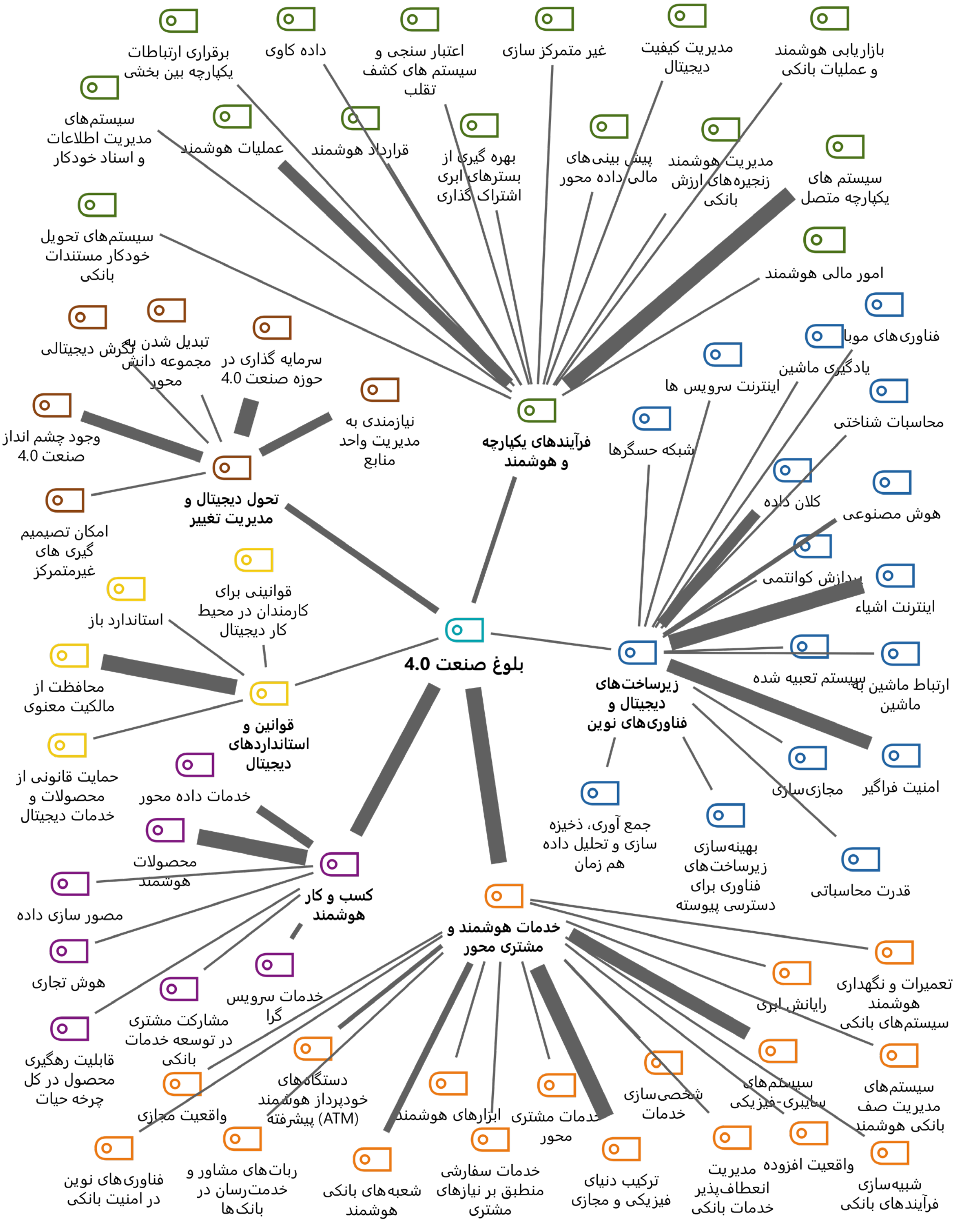
با توجه به کدگذاری‌های اولیه، انتخاب مقولات و کدهای محوری نمایش گرافیکی زیر به‌عنوان نتیجه نهایی توسط نرم‌افزار تحلیل کیفی به‌عنوان مؤلفه‌های اصلی نهایی بلوغ صنعت نسل چهار ارائه می‌گردد (شکل **۵**). این تحلیل نشان می‌دهد که کسب‌وکار هوشمند و داده محور، خدمات هوشمند و مشتری محور، زیرساخت‌های دیجیتال و فناوری‌های نوین بیشترین تأثیر را بر بلوغ صنعت ۴/۰ دارند. این مقوله‌ها با یکدیگر تعاملات و وابستگی‌های کلیدی دارند که بر اساس تحلیل‌های کیفی و داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار MAXQDA استخراج شده‌اند. این نتایج اهمیت استفاده از تحلیل‌های هم‌پوشانی کدها برای درک بهتر روابط پیچیده بین مقوله‌های مختلف را تأیید می‌کند و به سازمان‌ها کمک می‌کند تا استراتژی‌های خود را بهینه‌سازی کرده و به مزیت‌های رقابتی در عصر دیجیتال دست یابند.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

صنعت ۴/۰ در حوزه بانکداری به معنای تلفیق فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و سیستم‌های سایبری-فیزیکی با فرایندها و خدمات بانکی است. این تلفیق به‌منظور ایجاد یک زنجیره ارزش هوشمند، چابک و یکپارچه در سیستم بانکی انجام می‌شود. واضح است که چنین چشم‌اندازی، به‌ویژه در صنعت بانکداری ایران که هنوز در حال گذار از زیرساخت‌های سنتی به دیجیتال است، منجر به افزایش پیچیدگی‌های مدیریتی و عملیاتی در سطح خرد و کلان می‌شود. این پیچیدگی‌ها به‌ویژه برای بانک‌هایی که زیرساخت‌های قدیمی‌تری دارند و نیاز به سرمایه‌گذاری‌های قابل‌توجهی برای ارتقاء و انطباق با فناوری‌های جدید و تغییر مدل کسب‌وکار خود دارند، چالش‌برانگیزتر است. مطابق با یافته‌های پژوهش و تجربیات به‌دست‌آمده از مصاحبه با خبرگان بانکی، بانک‌ها در درک مفهوم کلی صنعت ۴/۰ و چگونگی ارتباط آن با استراتژی‌های کسب‌وکار خود مشکلاتی جدی دارند. از یک‌سو، بسیاری از بانک‌ها قادر نیستند این مفهوم را به‌طور کامل با اهداف استراتژیک خود همسو کنند و از سوی دیگر، در تعیین وضعیت پیشرفت خود نسبت به چشم‌انداز صنعت ۴/۰ دچار سردرگمی بوده و نمی‌توانند حوزه‌های اصلی اقدامات و پروژه‌های لازم برای پیاده‌سازی موفق این فناوری‌ها را شناسایی کنند. برای غلبه بر عدم قطعیت و نارضایتی نسبت به ایده صنعت ۴/۰ در بانکداری، به روش‌ها و ابزارهای نوینی نیاز است تا راهنمایی و پشتیبانی لازم برای همسو کردن استراتژی‌ها و عملیات بانکی فراهم آید.

این پژوهش با هدف شناسایی و تحلیل مؤلفه‌های تأثیرگذار بر بلوغ بانک‌ها در حرکت به سمت پذیرش و پیاده‌سازی فناوری‌های صنعت نسل چهارم (صنعت ۴/۰) در بانکداری کشور ایران انجام‌شده است. صنعت ۴/۰ به‌عنوان یک تحول فناورانه، با ترکیب فناوری‌های نوین نظیر اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و سیستم‌های سایبری-فیزیکی، امکان ایجاد زنجیره‌های ارزش هوشمند و چابک در سیستم‌های بانکی را فراهم می‌کند. بااین‌حال، پیچیدگی‌های فنی و مدیریتی ناشی از این تحول، به‌ویژه در بانک‌هایی که با چالش‌های اقتصادی و محدودیت‌های فناورانه مواجه هستند، ازجمله بانک‌های ایرانی، مهاجرت به سمت این فناوری را چالش‌برانگیزتر کرده است. ضرورت این پژوهش ازآنجا نشأت می‌گیرد که بانک‌های ایرانی در تلاش برای همگام شدن با روندهای جهانی، نیازمند درک دقیق‌تر و عمیق‌تری از مفاهیم و فناوری‌های صنعت ۴/۰ هستند. تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد که بانک‌ها اغلب در فهم کامل ایده‌های صنعت ۴/۰ و نحوه ارتباط آن با استراتژی‌های خاص خود دچار مشکل هستند. از یک‌سو، این بانک‌ها قادر نیستند تا این مفاهیم را به‌طور مؤثری در ساختارهای سازمانی و فرآیندهای تصمیم‌گیری خود پیاده کنند و از سوی دیگر، در ارزیابی

میزان پیشرفت و بلوغ دیجیتال خود نسبت به اهداف صنعت ۴/۰ با محدودیت‌هایی روبه‌رو هستند. این پژوهش اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا با پرداختن به این خلأها و ارائه رویکردی جامع برای شناسایی و تحلیل مؤلفه‌های کلیدی بلوغ دیجیتال، به بانک‌ها کمک می‌کند تا با شناخت دقیق‌تری از وضعیت فعلی خود و نیازهای آینده، گام‌های مؤثرتری در جهت دیجیتالی‌سازی فرآیندها و خدمات خود بردارند.



شکل ۵. نقشه نهایی مؤلفه‌های اصلی بلوغ صنعت ۴/۰ در بانکداری کشور.

Figure 5. Final map of the main components of industry maturity 0.4 in the country's banking.

یکی از مزایای اصلی این پژوهش، ارائه چارچوبی عملی و مبتنی بر داده برای ارزیابی سطح بلوغ بانک‌ها در مواجهه با تحولات صنعت ۴/۰ است. این چارچوب با تبدیل مفاهیم انتزاعی بانکداری هوشمند به معیارهایی که در محیط‌های بانکی قابل‌سنجش هستند، به شفافیت بیشتری در فرآیند ارزیابی کمک می‌کند. این پژوهش نه‌تنها به بانک‌ها امکان می‌دهد تا وضعیت فعلی خود را با دقت بیشتری ارزیابی کنند، بلکه به آن‌ها در تدوین استراتژی‌های مناسب برای بهبود کارایی، کاهش هزینه‌ها و افزایش رضایت مشتریان نیز یاری می‌رساند. ازاین‌رو، این تحقیق با پر کردن خلأهای موجود در زمینه ارزیابی و تحلیل بلوغ صنعت ۴/۰ در بانکداری ایران، می‌تواند به‌عنوان یک راهنمای جامع برای مدیران بانکی و سیاست‌گذاران مورد استفاده قرار گیرد و مسیر تحول دیجیتال در بانکداری کشور را هموار سازد.

در بخش کیفی پژوهش، مطالعه و بررسی وضعیت موجود و شناخت متغیرهای سیستم بانکی ایران مورد مطالعه قرار گرفت و پس از آن، با بررسی مبانی نظری و دریافت نظر خبرگان از طریق مصاحبه‌های شفاهی به کمک پرسشنامه نیمه‌ساختاریافته با سؤالات تشریحی، مؤلفه‌های تأثیرگذار بر بلوغ صنعت ۴/۰ در بانکداری شناسایی و دسته‌بندی گردید. خبرگان مورد مراجعه از اعضای هیئت‌علمی رشته‌های مرتبط با بانکداری و فناوری اطلاعات و همچنین مدیران ارشد بانک‌ها بودند. از آنجا که رویکرد این پژوهش کیفی است، با توجه به پارادایم‌های تحقیق در بخش هستی‌شناسی نسبی‌گرا و از لحاظ معرفت‌شناسی در حوزه پارادایم تفسیری قرار دارد. استراتژی و تاکتیک آن تحلیل محتوای پنهان است که با توجه به جامعه آماری این تحقیق که شامل اساتید دانشگاهی مرتبط با حوزه بانکداری و فناوری‌های نوین، مدیران ارشد و میانی بانک‌های کشور ایران بود، فرآیند طبقه‌بندی داده‌ها در این بخش از پژوهش برای ایجاد کدهای اولیه، مقولات و کدهای محوری صورت پذیرفت.

در نتیجه این تحلیل، ۲۰۱۷ واحد معنایی استخراج گردید که در میان آن‌ها، کد اولیه «زیرساخت‌های دیجیتال و فناوری‌های نوین» بیشترین ضریب اهمیت و کدهای «محافظت از مالکیت معنوی» و «استاندارد باز» کمترین ضریب اهمیت را از دید فراوانی کدها برخوردار بودند. سپس با توجه به مشخص شدن کدهای اولیه و ضریب اهمیت آن‌ها بر مبنای فراوانی و رابطه بین آن‌ها، نسبت به استخراج مقولات از کدهای اولیه و زیرمجموعه‌های آن‌ها اقدام گردید. بر این اساس، شش مقوله اصلی و در نتیجه فرآیند کدگذاری محوری، کد محوری «بلوغ صنعت ۴/۰» در بانکداری ایران استخراج گردید. مقوله «زیرساخت‌های دیجیتال» به مؤلفه‌های فنی و سخت‌افزاری مانند بهینه‌سازی زیرساخت‌های فناوری، امنیت فراگیر، اینترنت اشیاء و سیستم‌های سایبری-فیزیکی اشاره دارد که پیش‌نیاز تحقق برنامه‌های دیجیتال در بانکداری است. در مقابل، مقوله «تحول دیجیتال و مدیریت تغییر» تغییرات مدیریتی، فرهنگی و فرآیندی را در بر می‌گیرد که شامل ترویج نگرش دیجیتالی، تصمیم‌گیری‌های غیرمتمرکز و تبدیل سازمان به مجموعه‌ای دانش‌محور می‌شود. این دو مقوله به‌عنوان عوامل مکمل عمل کرده و در تعامل با یکدیگر بلوغ صنعت ۴/۰ را تسهیل می‌کنند. این تمایز و رابطه در مدل پیشنهادی پژوهش با استفاده از تحلیل‌های کیفی و دیدگاه‌های خبرگان به‌وضوح مشخص شده است.

در این بخش، بهینه‌سازی زیرساخت‌های فناوری به‌منظور دسترسی پیوسته و بدون وقفه به خدمات بانکی و همچنین امنیت فراگیر به‌عنوان حفاظت همه‌جانبه از داده‌ها و سیستم‌ها، ازجمله مهم‌ترین زیرمعیارها شناخته‌شده‌اند. همچنین، اینترنت اشیاء و سیستم‌های سایبری-فیزیکی نیز به‌عنوان فناوری‌های کلیدی برای ایجاد اتصالات هوشمند و ارتقاء کارایی در زنجیره‌های ارزش بانکی مورد توجه قرار گرفته‌اند. برای مقولات «تحول دیجیتال و مدیریت تغییر»، «قوانین و استانداردهای دیجیتال»، «کسب‌وکار هوشمند و داده‌محور» و «فرآیندهای یکپارچه و هوشمند» نیز به ترتیب زیرمعیارهای نگرش دیجیتالی، تصمیم‌گیری‌های غیرمتمرکز، استاندارد باز، محافظت از مالکیت معنوی، هوش تجاری، خدمات سرویس‌گرا، قراردادهای هوشمند و داده‌کاوی بالاترین اهمیت را به خود اختصاص داده‌اند. در مقوله «تحول دیجیتال و مدیریت تغییر»، نگرش دیجیتالی به‌عنوان تغییر نگرش سازمانی به سمت دیجیتالیزه شدن و همچنین امکان تصمیم‌گیری‌های غیرمتمرکز به‌عنوان یکی از ارکان انعطاف‌پذیری سازمانی در عصر دیجیتال، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در مقوله «قوانین و استانداردهای دیجیتال»، استاندارد باز به‌عنوان عاملی برای تعامل و هماهنگی بین سیستم‌ها و

محافظت از مالکیت معنوی به‌منظور حمایت از نوآوری‌ها و جلوگیری از سوءاستفاده‌ها، از جمله معیارهای مهم در تنظیم چارچوب‌های قانونی محسوب می‌شوند. مقوله «کسب‌وکار هوشمند و داده‌محور» با زیرمعیارهایی همچون هوش تجاری و خدمات سرویس‌گرا، نشان‌دهنده اهمیت استفاده از داده‌ها و تحلیل‌های پیچیده برای اتخاذ تصمیمات استراتژیک و بهبود تجربه مشتریان است. درنهایت، در مقوله «فرآیندهای یکپارچه و هوشمند»، قراردادهای هوشمند و داده‌کاوی به‌عنوان ابزارهای کلیدی برای بهینه‌سازی فرآیندهای بانکی و افزایش کارایی در مدیریت زنجیره ارزش، نقش حیاتی ایفا می‌کنند، همچنین تجزیه‌وتحلیل هم‌پوشانی‌ها نشان داد که مقولات «زیرساخت‌های دیجیتال و فناوری‌های نوین»، «خدمات هوشمند و مشتری‌محور» و «تحول دیجیتال و مدیریت تغییر» به ترتیب بیشترین تأثیر را بر کد محوری بلوغ صنعت ۴/۰ در بانکداری داشته‌اند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که این مقولات با یکدیگر تعاملات و وابستگی‌های کلیدی دارند و بر اساس داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار MAXQDA استخراج شده‌اند. این نتایج با مطالعات مشابه در زمینه بلوغ صنعت ۴/۰ در سایر صنایع همخوانی دارد و اهمیت استفاده از تحلیل‌های هم‌پوشانی کدها برای درک بهتر روابط پیچیده بین مقوله‌های مختلف را تأیید می‌کند. همچنین، به بانک‌ها کمک می‌کند تا استراتژی‌های خود را بهینه‌سازی کرده و به مزیت‌های رقابتی در عصر دیجیتال دست یابند. مدل ارائه‌شده در این پژوهش، به‌گونه‌ای طراحی شده است که علاوه بر شناسایی ابعاد بلوغ صنعت ۴/۰، امکان پیاده‌سازی عملی آن در بانک‌های ایران نیز فراهم باشد. مؤلفه‌هایی مانند تحول دیجیتال و زیرساخت‌های دیجیتال به‌عنوان نقاط کلیدی مدل، بر اساس شرایط خاص بانکداری ایران تنظیم شده‌اند. برای مثال، استفاده از راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی و تحلیل داده‌ها می‌تواند در بهبود امنیت و بهره‌وری عملیاتی در بانک‌ها نقش‌آفرین باشد. این مدل همچنین به بانک‌ها امکان می‌دهد با حداقل تغییرات ساختاری، فرآیندهای خود را هوشمند کرده و بهره‌وری را افزایش دهند. در این راستا، آموزش کارکنان و تقویت فرهنگ دیجیتالی سازمانی به‌عنوان گام‌های عملیاتی کلیدی پیشنهاد می‌شود. در جهت بهبود و ارتقای بلوغ صنعت ۴/۰ در بخش بانکداری، بانک‌ها باید بر سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین مانند کلان داده، اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی تمرکز کنند تا زیرساخت‌های دیجیتال و فناوری اطلاعات قوی و کارآمد ایجاد نمایند. این زیرساخت‌ها به‌عنوان بنیاد اصلی تحول دیجیتال در بانکداری، به بانک‌ها این امکان را می‌دهند که با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته، فرآیندهای بانکی خود را بهینه‌سازی کنند و امنیت و کارایی خدمات خود را افزایش دهند. بهینه‌سازی زیرساخت‌های فناوری برای دسترسی پیوسته به اطلاعات و خدمات بانکی، یکی از عوامل کلیدی در این مسیر است که به بانک‌ها اجازه می‌دهد تا با سرعت و دقت بیشتری به نیازهای مشتریان پاسخ دهند و از قطعی‌های ناخواسته جلوگیری کنند. در زمینه خدمات هوشمند و مشتری محور، بانک‌ها باید از راهکارهای پیشرفته‌ای مانند رایانش ابری، سیستم‌های مدیریت صف بانکی هوشمند، شعب بانکی هوشمند و ربات‌های مشاور و خدمت‌رسان در بانک‌ها بهره ببرند تا تجربه مشتری را بهبود بخشند. این تکنولوژی‌ها به بانک‌ها امکان می‌دهند تا خدمات خود را به‌صورت کاملاً سفارشی‌سازی‌شده و با کارایی بالا ارائه دهند. همچنین، استفاده از دستگاه‌های خودپرداز هوشمند پیشرفته و فناوری‌های نوین در امنیت بانکی می‌تواند سطح امنیت و اعتماد مشتریان را به‌طور چشمگیری افزایش دهد. علاوه بر این، مدیریت انعطاف‌پذیر خدمات بانکی نیز به بانک‌ها کمک می‌کند تا محصولات و خدمات خود را به‌طور مؤثرتری با نیازهای متغیر بازار تطبیق دهند. تدوین استراتژی‌های دقیق و مدیریت تغییرات برای پیاده‌سازی فناوری‌های نوین، نیازمند وجود چشم‌انداز روشن و برنامه‌ریزی استراتژیک است که بتواند بانک‌ها را در مسیر تحول دیجیتال هدایت کند. سرمایه‌گذاری در صنعت ۴/۰ و توسعه نگرش دیجیتالی در بانک‌ها برای دستیابی به موفقیت در این مسیر ضروری است. علاوه بر این، بانک‌ها باید به محافظت از حقوق مالکیت معنوی و تدوین و اجرای استانداردهای باز و قوانین مناسب توجه ویژه‌ای داشته باشند تا امنیت و اعتماد در فضای دیجیتال تضمین شود. تدوین قوانین و استانداردهای دیجیتال به بانک‌ها کمک می‌کند تا با چالش‌های قانونی و امنیتی مرتبط با فناوری‌های نوین مواجه شوند و درعین‌حال از حقوق خود در برابر تهدیدات خارجی محافظت کنند. ارتقای فرآیندهای هوشمند بانکی با بهره‌گیری از سیستم‌های

مدیریت اطلاعات و اسناد خودکار، مدیریت هوشمند زنجیره‌های ارزش بانکی و داده‌کاوی می‌تواند بهره‌وری و کارایی فرآیندهای بانکی را بهبود بخشد. این اقدامات به بانک‌ها اجازه می‌دهد تا فرآیندهای خود را بهینه‌سازی کرده و خدمات بهتری به مشتریان خود ارائه دهند. درنهایت، توسعه کسب‌وکار هوشمند و داده‌محور از طریق ارائه محصولات هوشمند، خدمات سرویس‌گرا و استفاده از هوش تجاری، به بانک‌ها کمک می‌کند تا رقابت‌پذیری خود را در بازارهای مالی حفظ کرده و رضایت مشتریان را افزایش دهند. این رویکردها به بانک‌ها اجازه می‌دهند تا با نوآوری و استفاده از فناوری‌های پیشرفته، به موفقیت‌های بیشتری در زمینه بانکداری دیجیتال دست یابند. برای توسعه تحقیقات آتی، پیشنهاد می‌شود مؤلفه‌های ارائه‌شده در این پژوهش با ابزارهایی مانند مدل‌سازی تفسیری-ساختاری و شبیه‌سازی ارزیابی شوند تا روابط میان مؤلفه‌ها و تأثیرات متغیرهای کلیدی بر بلوغ دیجیتال در بانکداری مشخص شود. همچنین، انجام مطالعاتی در حوزه مدل‌های پیشرفته تعیین سطوح آمادگی دیجیتال می‌تواند به شناسایی مؤلفه‌های نوظهور مرتبط با فناوری‌های جدید صنعت ۴/۰ در بانکداری منجر شود. به‌عنوان مثال، نقش فناوری‌های هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، اینترنت اشیاء، و سیستم‌های سایبری-فیزیکی در ارتقای امنیت، کارایی، و شخصی‌سازی خدمات بانکی می‌تواند به‌عنوان زمینه‌ای برای تحقیقات آتی مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر این، گسترش پژوهش به سایر صنایع خدماتی و تولیدی مانند بیمه، لجستیک هوشمند، و تولید پیشرفته می‌تواند تعمیم‌پذیری مدل را ارزیابی کند و به بهینه‌سازی آن برای صنایع دیگر کمک کند. استفاده از روش‌های کمی و انجام مطالعات طولی نیز می‌تواند اثرات بلندمدت تحول دیجیتال را به‌صورت دقیق‌تر تحلیل کرده و چارچوب‌های جامع‌تری برای سازمان‌ها ارائه دهد.

مشارکت‌های نویسندگان

همه نویسندگان در مقاله نقش و سهم یکسان داشته‌اند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافع مرتبط با تحقیق حاضر ندارند.

قدردانی

نویسندگان از عوامل اجرایی نشریه مهندسی سیستم و بهره‌وری و همچنین داوران محترم که کیفیت این مقاله را افزایش دادند، قدردانی می‌نمایند.

مراجع

Agostini, L., & Filippini, R. (2019). Organizational and managerial challenges in the path toward Industry 4.0. *European Journal of Innovation Management, 22*(3), 406–421. https://doi.org/10.1108/EJIM-02-2018-0030

Akbarpour, H., Bastan, M., Mohammad Hosseini, S., & Akbarpour, S. (2014). Investigation on short-term inflation rate in Iran using artificial neural network. In *The First National Conference on Development in Monetary and Banking Management*, Tehran, Iran. (In Persian)

Danaeifard, H., Alvani, S. M., & Azar, A. (2013). *Qualitative research methodology in management: A comprehensive approach*. Safar. (In Persian)

De Carolis, A., Macchi, M., Negri, E., & Terzi, S. (2017). A maturity model for assessing the digital readiness of manufacturing companies. In H. Lödding, R. Riedel, K.-D. Thoben, G. von Cieminski, & D. Kiritsis (Eds.), *Advances in production management systems. The path to intelligent, collaborative and sustainable manufacturing: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2017, Hamburg, Germany, September 3–7, 2017, Proceedings, Part I* (pp. 13–20). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66923-6_2

Erfani, A. (2017). Smart factories based on the fourth industrial revolution. In *Second National Conference on Interdisciplinary Research in Computer Engineering, Electrical, Mechanical, and Mechatronics*, Buin Zahra, Iran: Khayyam University. (In Persian)

Filgueiras, I. F. L. V., de Melo, F. J. C., Sobral, E. F. M., Barbosa, A. A. L., de Medeiros, D. D., de Almeida Pinto, P. A. L., & Amorim, B. P. (2024). Analyzing the benefits of Industry 4.0 technologies that impact Sustainability 4.0 in banking services. *Sustainability, 16*(14), Article 6179. https://doi.org/10.3390/su16146179

Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Vilkas, M., Grybauskas, A., & Amran, A. (2022). Drivers and barriers of Industry 4.0 technology adoption among manufacturing SMEs: A

Electronics, 13(9), Article 1693. https://doi.org/10.3390/electronics13091693

Mehdiabadi, A., Tabatabeinasab, M., Spulbar, C., Karbassi Yazdi, A., & Birau, R. (2020). Are we ready for the challenge of Banks 4.0? Designing a roadmap for banking systems in Industry 4.0. *International Journal of Financial Studies, 8*(2), Article 32. https://doi.org/10.3390/ijfs8020032

Monjemzadeh, S. S., Naderi, A., Pourrostami, N., & Garaeinezhad, G. (2022). Developing a financial development model for universities based on grounded theory. *Cultural Strategy Quarterly, 15*(57), 137–165. (In Persian)

Nadkarni, S., & Prügl, R. (2021). Digital transformation: A review, synthesis and opportunities for future research. *Management Review Quarterly, 71*(2), 233–341. https://doi.org/10.1007/s11301-020-00185-7

Noreen, U., Shafique, A., Ahmed, Z., & Ashfaq, M. (2023). Banking 4.0: Artificial intelligence (AI) in banking industry & consumer's perspective. *Sustainability, 15*(4), Article 3682. https://doi.org/10.3390/su15043682

Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing, 13*, 1206–1214. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.032

Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP, 52*, 161–166. https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040

Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Crown Business.

Selden, L. (2005). On grounded theory–with some malice. *Journal of Documentation, 61*(1), 114–129. https://doi.org/10.1108/00220410510578041

Sommer, L. (2015). Industrial revolution–Industry 4.0: Are German manufacturing SMEs the first victims of this revolution? *Journal of Industrial Engineering and Management, 8*(5), 1512–1532. https://doi.org/10.3926/jiem.1470

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (2nd ed.). Sage Publications.

Strozzi, F., Colicchia, C., Creazza, A., & Noè, C. (2017). Literature review on the 'Smart Factory' concept using bibliometric tools. *International Journal of Production Research,* systematic review and transformation roadmap. *Journal of Manufacturing Technology Management, 33*(6), 1029–1058. https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2021-0505

Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017). Development of an assessment model for Industry 4.0: Industry 4.0-MM. In A. Mas, A. Mesquida, R. V. O'Connor, T. Rout, & A. Dorling (Eds.), *Software process improvement and capability determination: 17th International Conference, SPICE 2017, Palma de Mallorca, Spain, October 4–5, 2017, Proceedings* (pp. 128–142). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67383-7_10

Gomber, P., Koch, J.-A., & Siering, M. (2017). Digital finance and FinTech: Current research and future research directions. *Journal of Business Economics, 87*(5), 537–580. https://doi.org/10.1007/s11573-017-0852-x

Hejazi, T. H., Salmasnia, A., & Bastan, M. (2013). Optimization of correlated multiple response surfaces with stochastic covariate. *International Journal of Computer Theory and Engineering, 5*(2), 341–345. https://doi.org/10.7763/IJCTE.2013.V5.706

Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for Industrie 4.0 scenarios. In *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)* (pp. 3928–3937). IEEE. https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488

Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0* (Final report). Acatech – National Academy of Science and Engineering.

Khaki, G. (2010). *Research methodology with an approach to thesis writing*. Baztab. (In Persian)

Khoshneshin, F., & Bastan, M. (2014). Analysis of dynamics of crisis management in the earthquake and performance improvement using system dynamics methodology. In *10th International Conference on Industrial Engineering*, Tehran, Iran: University of Tehran. (In Persian)

Kvale, S. (1994). *Interviews: An introduction to qualitative research interviewing*. Sage Publications.

Manta, A. G., Bădîrcea, R. M., Doran, N. M., Badareu, G., Gherțescu, C., & Popescu, J. (2024). Industry 4.0 transformation: Analysing the impact of artificial intelligence on the banking sector through bibliometric trends.

55(22), 6572–6591. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1326643

Udeagha, M. C., & Muchapondwa, E. (2023). Green finance, fintech, and environmental sustainability: Fresh policy insights from the BRICS nations. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 30*(6), 633–649. https://doi.org/10.1080/13504509.2023.2183526

Vives, X. (2017). The impact of FinTech on banking. *European Economy, 2017*(2), 97–105.

Weking, J., Stöcker, M., Kowalkiewicz, M., Böhm, M., & Krcmar, H. (2020). Leveraging Industry 4.0–A business model pattern framework. *International Journal of Production Economics, 225*, Article 107588. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107588

Ziaei Nafchi, M., & Mohelská, H. (2018). Effects of Industry 4.0 on the labor markets of Iran and Japan. *Economies, 6*(3), Article 39. https://doi.org/10.3390/economies6030039